

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Термодинамика силикатных систем

направление подготовки:

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,
нефтехимии и биотехнологии

Направленность программы:

Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов в химической технологии вяжущих материалов

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная


Институт: Химико-технологический

Кафедра: Технологии цемента и композиционных материалов

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 г., № 923.
- учебного плана утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (В.М. Коновалов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Технологии цемента и композиционных материалов
(наименование кафедры)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 19

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, доцент  (И.Н. Борисов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2021 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (Л.А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Технологические задачи профессиональной деятельности	ПК-2 Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.	ПК-2.5. Применяет основные законы термодинамики и теории тепломассообмена для обеспечения рационального режима работы вращающихся печей и оптимизации, протекающих при обжиге, химико-технологических процессов, способствует повышению эффективности работы теплотехнического оборудования.	Знать: основные законы технической и химической термодинамики, принципы энерготехнологии Уметь: выбирать технические средства и технологии, направленные на минимизацию антропогенного воздействия на окружающую среду. Владеть: методами анализа химико-технологических процессов, способами снижения энерго- и ресурсопотребления, а также снижения вредных выбросов в окружающую среду.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ПК-2. Организует, проводит и совершенствует технологический процесс производства цемента и других вяжущих материалов, с позиций повышения его эффективности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Механическое оборудование (общий курс)
2	Оборудование цементных предприятий
3	Производственная эксплуатационная практика
4	Физическая химия силикатов
5	Процессы и аппараты защиты окружающей среды
6	Технология производства цемента
7	Проектное обучение
8	Основы компьютерного проектирования технологического оборудования
9	Теория горения топлива и тепловые установки в производстве вяжущих материалов
10	Химия вяжущих материалов
11	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
12	Технология вяжущих и композиционных материалов с использованием техногенных продуктов
13	Оптимизация технологических процессов производства цемента с применением ЭВМ
14	Термодинамика силикатных систем

15	Тепломассообмен во вращающихся печах
16	Управление технологическим процессом производства цемента
17	Энергосбережение в производстве цемента
18	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр №7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	55	55
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Другие виды самостоятельной работы	46	46
Форма промежуточная аттестация дифференцированный зачет	Диф. зачет	Диф. зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Техническая термодинамика				
	Предмет и содержание курса технической термодинамики. Значение термодинамики в технологии вяжущих материалов. Термодинамика	6	11	-	14

	<p>ческая система, параметры, процесс. Энергия, работа и теплота, их эквивалентность. Функции состояния. Внутренняя энергия системы энтальпия. Математическое выражение первого закона термодинамики</p> <p>Термодинамические процессы идеальных газов. Процессы при постоянных температуре, объеме, давлении. Политропный процесс</p> <p>Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Цикл Карно. Математическое выражение второго начала термодинамики. Энтропия</p>				
2. Элементы химической термодинамики, химическое равновесие					
	<p>Элементы химической термодинамики. Теплоемкость неорганических соединений. Зависимость теплоемкости от температуры. Уравнение Кирхгофа. Изменение энтропии как критерий самопроизвольности процессов</p> <p>Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Химическое равновесие, энергия Гиббса. Влияние температуры на химическое равновесие и свойства веществ. Методы расчета Энергии Гиббса.</p>	5	8	-	11
3. Основы теплотехники					
	<p>Тепловые балансы. Тепловой эффект клинкерообразования. Физическая сущность процессов сушки и высокотемпературного синтеза. Оборудование заводов по производству цемента.</p> <p>Работоспособность термодинамических систем. Функции работоспособности. Эксергия. Эксергетический анализ тепловых машин и процессов</p> <p>Эффективность сжигания топлива во вращающихся печах. Влияние работы клинкерных холодильников на условия теплообмена в печи. Сущность коэффициента теплопотерь.</p>	6	15	-	18
ВСЕГО		17	34		43

4.2. Содержание лабораторных занятий

В соответствии с учебным планом лабораторных занятий не предусмотрено

4.3. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №_7_				
1	Техническая термодинамика	Определение теплоемкости газовых смесей	4	4
		Эквивалентность превращения тепловой и механической энергии	4	4
		Основные газовые процессы	4	4
		Изучение круговых процессов	2	2
2	Химическая термодинамика, химическое равновесие	Определение направления протекания процесса	4	4
		Зависимость теплоемкости от температуры	2	2
		Влияние температуры на химическое равновесие и свойства веществ	2	2
3	Теплотехника	Тепловой эффект клинкерообразования	4	4
		Энергетический анализ работы тепловых машин	4	4
		Теплообмен во вращающейся печи цементного производства	2	2
		Влияние к.п.д. клинкерного холодильника на процессы теплообмена во вращающейся печи	2	2
ИТОГО:			34	34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание индивидуальных домашних заданий

Индивидуальное домашнее является одной из форм контроля знания студентов выполняется в форме расчетных заданий по заданной теме.

Цель практических заданий:

1. Углубленное изучение термодинамических процессов клинкерообразования и теплообмена в тепловых установках.
2. Получение практических навыков при расчетах термодинамических параметров обжига сырья и теплообмена.

Каждая каждое расчетное задание состоит из трех разделов:

Раздел I Условие задачи и исходные данные по соответствующему варианту задания.

Раздел II Основные расчеты с пояснениями расчетных формул и источников справочных величин.

Раздел III Результаты расчета. Выводы и вычерчивание схемы по полученным данным.

Требования к оформлению индивидуальных домашних заданий

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 (210x297 мм) в рукописном или печатном варианте и включает: титульный лист, содержание, условия задания, выполненные расчеты, необходимые схемы или чертежи, а также список использованной литературы. Все страницы должны быть пронумерованы. Вариант работы указывается преподавателем.

Темы индивидуальных домашних заданий:

1. Расчет размеров сопла газовой горелки.
2. Определение теоретического расхода тепла на получение клинкера.
3. Эксергетический анализ теплового баланса клинкерного холодильника.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-2 Способен обеспечивать технологическое сопровождение процесса производства вяжущих материалов с позиции повышения его эффективности.

Наименование индикатора достижения	Используемые средства оценивания
ПК-2.5. Применяет основные законы термодинамики и теории тепломассообмена для обеспечения рационального режима работы вращающихся печей и оптимизации, протекающих при обжиге, химико-технологических процессов, способствует повышению эффективности работы тепло-технического оборудования.	Диф. зачет, защита практических занятий и ИДЗ, устный опрос

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Термодинамика	Термодинамические системы (открытая, закрытая, изолированная и т.д.)
2		Понятие о термодинамических процессах. Энергия, работа и теплота.
3		Параметры состояния системы (объем, давление, температура и т.д.)
4		Уравнение состояния газов (Менделеева-Клайперона)
5		Законы Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля

6		Газовая постоянная (физический смысл)
7		Закон состояния идеальных и реальных газов
8		Теплоёмкость: истинная, средняя. Расчет истинной теплоёмкости
9		Теплоёмкость: массовая, объёмная, мольная при постоянных объёме, давлении, линейная и нелинейная теплоемкость
10		Коэффициент Пуассона
11		Парциальные давление и объём смеси газов, закон Дальтона
12		Кажущаяся молекулярная масса
13		Первый закон термодинамики
14		Нулевой закон термодинамики
15		Аналитическое выражение I закона термодинамики
16		Энтальпия и внутренняя энергия системы
17		Изохорный процесс в P-V и T-S диаграммах
28		Изобарный процесс в P-V и T-S диаграммах
19		Изотермический процесс в P-V и T-S диаграммах
20		Адиабатный процесс в P-V и T-S диаграммах
21		Политропный процесс, в P-V и T-S диаграммах
22		Прямой цикл Карно в координатах P-V и T-S
23		II закон термодинамики (определение, аналитическое выражение)
24		Энтропия (общие понятия, физический смысл)
25		Термодинамика потоков, I закон термодинамики для потока.
26		Истечение газов из сопла (сужающегося, расширяющегося)
27		Определение критических значений истечения газов.
28	Химическая термодинамика, химическое равновесие	Термодинамические законы для конденсированных систем
29		Энтропийный анализ химико технологических процессов
30		Энтальпия процесса, самопроизвольность протекания реакции, тепловой эффект реакции.
31		Теплоемкость нелинейная, функция температуры.
32		Тепловой эффект образования клинкера (ТЭК)
33		Способы расчета ТЭК, закон Гесса
34		Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа.
35		Константа равновесия, ее взаимосвязь с энтальпией и температурой.
36		Влияние температуры на термодинамические свойства веществ и параметры реакции

33		
38	теплотехника	Оптимизация работы вращающейся печи, параметры оптимизации
39		Тепловые процессы в печных агрегатах
40		Тепловой эффект образования клинкера (ТЭК), расчет различными методами.
41		Эксергия (определение, физический смысл)
42		Виды эксергии
43		Потери эксергии
44		Эксергетический баланс, эксергетический КПД
45		Влияние работы клинкерных холодильников на условия теплообмена в печи.
46		Сущность коэффициента теплопотерь. Значение экономии тепла в горячей части печи

**5.2.2. Перечень контрольных материалов
для защиты курсового проекта/ курсовой работы**
Не предусмотрено учебным планом.

**5.3. Типовые контрольные задания (материалы)
для текущего контроля в семестре**

Текущий контроль осуществляется в течение семестра при проведении и выполнении практических расчетных заданий и индивидуальных домашних заданий.

Практические работы расчетного характера выдаются преподавателем индивидуально каждому студенту..

Защита расчетных заданий возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования (устного опроса) преподавателя со студентом по теме практического задания. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических заданий представлен в таблице.

№	Тема практического задания	Примерные контрольные вопросы.
1	Основные параметры состояния газа	Что такое параметры состояния газа; вывод уравнения состояния идеального газа; газовые смеси; способы задания смесей; газовая постоянная; кажущаяся молекулярная масса
2	Термодинамические процессы в газах.	Эквивалентность теплоты и работы; Внутренняя энергия газа; аналитическое выражение первого закона термодинамики; понятие энтальпии; Теплоемкость газовой истинная, средняя, изобарная, мольная и др.; термодинамические процессы в газах; P-V диаграммы; анализ политропных процессов;
4	Второй закон термодинамики, круговые циклы	Круговые процессы в газах; прямой и обратный цикл Карно; математическое выражение энтропии; T-S диаграммы.
5	Истечение и дросселирование газов	Работа проталкивания и располагаемая работа; адиабатический процесс истечения газов; критическая скорость

		истечение газ из сопла.
6	Тепловой и эксергетический балансы клинкерного холодильника.	тепловые балансы тепловых агрегатов-клинкерного холодильника, цементной печи; понятие эксергии; виды эксергии; потери эксергии; эксергетические балансы
7	Элементы химической термодинамики, расчет тепловых эффектов химических реакций	Формулировка закона Гесса; закон Кирхгофа; теплоты образования химических соединений; химические потенциалы; энергия Гибса; энергия Гельмгольца; уравнение Габера; нулевая теорема Нернста.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий в области технической и химической термодинамики:
	Знание областей использования законов термодинамики в технологии производства вяжущих материалов.
	Знание теплотехнических закономерностей и принципов оптимизации работы теплотехнического оборудования и составов сырья для производства вяжущих материалов.
Умения	Уметь обосновывать выбор методов расчета основных тепломассообменных процессов в химической технологии.
	Уметь проводить анализ технологических процессов с точки зрения их эффективности и оптимизации.
	Уметь анализировать результаты исследований технологических процессов для обеспечения их экономичности и эффективности
Навыки	Владеть навыками термодинамических расчетов с применением цифровых инструментов.
	Владеть методикой оценки совершенства энерго-химико-технологической системы.
	Владеть навыками самостоятельной обработки информации и экспериментальных данных исследований.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка.			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий в области термоди-	Не знает терминов, определений, понятий в об-	Знает термины, определения, понятия в области термодинамики техноло-	Знает термины, определения, понятия в области термодинамики техноло-	Знает термины, определения, понятия в области термодинамики техноло-

динамики технологических процессов	ласти термодинамики технологических процессов	гических процессов. При ответе на вопрос обучающийся допускает ошибки, неточные формулировки	гических процессов, но допускает несущественные неточности в ответе на вопрос.	гических процессов Не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы.
Знание основных законов технической и химической термодинамики	Не знает основных законов технической и химической термодинамики.	Знает основные законы технической и химической термодинамики технологических процессов производства вяжущих материалов. При ответе на вопрос обучающийся допускает ошибки, неточные формулировки	Знает основные законы технической и химической термодинамики технологических процессов производства вяжущих материалов, но допускает несущественные неточности в ответе на вопрос.	Знает основные законы технической и химической термодинамики технологических процессов производства вяжущих материалов. Использует в ответе дополнительный материал, без труда отвечает на дополнительные вопросы.
Знание взаимосвязей законов технической и химической термодинамики с целью повышения эффективности технологических процессов производства вяжущих материалов	Не знает взаимосвязей законов технической и химической термодинамики с целью повышения эффективности технологических процессов производства вяжущих материалов	Знает взаимосвязи законов технической и химической термодинамики с целью повышения эффективности технологических процессов производства вяжущих материалов, при этом он может не знать деталей, допускать недостаточно правильные формулировки и существенные погрешности	Знает взаимосвязи законов технической и химической термодинамики с целью повышения эффективности технологических процессов производства вяжущих материалов, допускает несущественные неточности в ответе на вопрос	Знает взаимосвязи законов технической и химической термодинамики с целью повышения эффективности технологических процессов производства вяжущих материалов. Последовательно, четко обосновывает основные закономерности, свободно увязывает теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка.			
	2	3	4	5
Уметь обосновывать выбор методов термодинамического анализа, для оценки эффективности технологического процесса.	Не умеет обосновывать выбор методов термодинамического анализа, для оценки эффективности технологического процесса.	Умеет обосновывать выбор методов термодинамического анализа, для оценки эффективности технологического процесса, но может не знать деталей, допускать недостаточно правильные формулировки и существенные погрешности	Умеет обосновывать выбор методов термодинамического анализа, для оценки эффективности технологического процесса, но допускает несущественные неточности в ответе на вопрос.	Умеет обосновывать выбор методов термодинамического анализа, для оценки эффективности технологического процесса. Использует в ответе дополнительный материал, без труда отвечает на дополнительные вопросы.
Уметь использовать основные положения термодинамики при исследовании тепломассообменных процессов синтеза вязущих материалов	Не умеет использовать основные положения термодинамики при исследовании тепломассообменных процессов синтеза вязущих материалов	Умеет использовать основные положения термодинамики при исследовании тепломассообменных процессов синтеза вязущих материалов, но допускает существенные погрешности	Умеет использовать основные положения термодинамики при исследовании тепломассообменных процессов синтеза вязущих материалов. При ответе на вопрос обучающийся допускает несущественные неточности.	Умеет использовать основные положения термодинамики при исследовании тепломассообменных процессов синтеза вязущих материалов. Четко обосновывает принятые решения, свободно увязывает теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
Уметь анализировать результаты исследований с использованием цифровых инструментов	Не умеет анализировать результаты исследований с использованием цифровых инструментов.	Умеет анализировать результаты исследований с использованием цифровых инструментов, но допускает существенные погрешности	Умеет анализировать результаты исследований с использованием цифровых инструментов. Обучающийся допускает несущественные неточности.	Умеет анализировать результаты исследований с использованием цифровых инструментов. Свободно увязывает теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении

				заданий
--	--	--	--	---------

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка.			
	2	3	4	5
Владеет методами термодинамического анализа, для оценки эффективности технологического процесса.	Не владеет методами термодинамического анализа, для оценки эффективности технологического процесса.	Владеет методами термодинамического анализа, для оценки эффективности технологического процесса. может не знать деталей, допускать недостаточно правильные формулировки и существенные погрешности	Владеет методами термодинамического анализа, для оценки эффективности технологического процесса, но допускает несущественные неточности в ответе на вопросы.	Владеет методами термодинамического анализа, для оценки эффективности технологического процесса. Использует в ответе дополнительный материал, без труда отвечает на дополнительные вопросы.
Владеет основными положениями термодинамики при исследовании тепломассобменных процессов синтеза вяжущих материалов	Не владеет основными положениями термодинамики при исследовании тепломассобменных процессов синтеза вяжущих материалов	Владеет основными положениями термодинамики при исследовании тепломассобменных процессов синтеза вяжущих материалов, но допускает существенные погрешности	Владеет основными положениями термодинамики при исследовании тепломассобменных процессов синтеза вяжущих материалов. При ответе на вопрос обучающийся допускает несущественные неточности.	Владеет основными положениями термодинамики при исследовании тепломассобменных процессов синтеза вяжущих материалов. Четко обосновывает принятые решения, свободно увязывает теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
Владеет методами термодинамического анализа и самостоятельной обработкой результатов исследований с	Не владеет методами термодинамического анализа и самостоятельной обработкой результатов исследований с	Владеет методами термодинамического анализа и самостоятельной обработкой результатов исследований с	Владеет методами термодинамического анализа и самостоятельной обработкой результатов исследований с	владеет методами термодинамического анализа и самостоятельной обработкой результатов исследований с

использованием цифровых инструментов	использованием цифровых инструментов	использованием цифровых инструментов, но допускает существенные погрешности	использованием цифровых инструментов. Обучающийся допускает несущественные неточности.	использованием цифровых инструментов. Свободно увязывает теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий
--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

Для выполнения заданий, связанных с выполнением практических занятий могут использоваться следующие аудитории и лаборатории кафедры ТЦКМ :

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Зал курсового и дипломного проектирования и учебная аудитория (УК 2 каб. 103, 212)	Мультимедийный комплекс (ЭВМ, мультимедиапроектор, акустическая система)
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
3	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы №212	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows Professional 8.1; Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-3
2	Windows 10 Pro.	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
3	Пакет офисных программ Microsoft Office 2013	Лицензия: 31401445414 от 25.09.2014
4	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows.	Лицензия №13C8200710090907790928

6.3. Перечень основной литературы

1. Коновалов В.М., Мишин Д.А. Термодинамика в технологии цемента. Уч. пособие.-Белгород 2020 г.
1. Чечеткин А.В., Занемонец Н.А. Теплотехника. - М.: Высшая школа. – 1986 г.
2. Крутов В.И. Техническая термодинамика. - М.: Высшая школа. – 1991 г.
3. Костерев Ф.М., Кушнырев В.И. Теоретические основы теплотехники. - М.: Энергия- 1978 г.
4. Кузнецова Т.В., Кудрявцев И.В., Тимашев В.В. Физическая химия вяжущих материалов. - М.: Высшая школа. - 1989.
5. Подпоринов Б. Ф., Должикова Т. А., Попов Е. В. Техническая термодинамика. Методические указания для заочной формы обучения. БГТУ им. В. Г. Шухова 2003 г.
6. Коновалов В. М., Поляков Г. П., Перескок С.А., Термодинамика высокотемпературного обжига силикатных систем. Методические указания к выполнению лабораторных работ, Белгород 2009г.

6.3. Перечень дополнительной литературы

1. Вакулович М.П., Новиков И.И. Термодинамика. - М.: Машиностроение.- 1972 г.
2. Дуда В. Цемент. - М.: Стройиздат. – 1981 г.
3. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. - Красноярский отдел: Стройиздат. – 1994 г.
4. Теплотехника и тепловые установки предприятий строительных материалов. Лабораторный практикум /Н.П. Кудеярова, Л.Б.Афанасьева, Г.П.Поляков, С.А. Перескок. А.В. Черкасов А.В.-2007 г.
5. Рябин В.А., Остроумов М.А., Свит Т.Ф. Термодинамические свойства веществ/справочник. - Ленинградское отд.: Химия. – 1977 г.

6.4. Перечень интернет ресурсов

Электронно-библиотечная система «Лань»	http://e.lanbook.com
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru/
Электронный читальный зал БГТУ	https://elib.bstu.ru