

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования
Тихоокеанский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ С.В. Шалобанов

" " _____ 2008г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
по кафедре «Литейное производство и технология металлов»

Теплотехника

Утверждена научно-методическим советом университета для направлений подготовки (специальностей) в области металлургии, машиностроения и материалообработки. Специальность «Литейное производство черных и цветных металлов»

Хабаровск 2008г.

Программа разработана в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта, предъявляемыми к минимуму содержания дисциплины и в соответствии с примерной программой дисциплины, утвержденной департаментом образовательных программ и стандартов профессионального образования с учетом особенностей региона и условий организации учебного процесса Тихоокеанского государственного университета

Программу составил

Ри Э.Х.

к.т.н., доцент кафедры «ЛП и ТМ»

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
протокол № _____ от «___» _____ 2008г.

Заведующий кафедрой _____ «___» _____ 2008г. Ри Хосен

Программа рассмотрена и утверждена на заседании УМК и рекомендована к
изданию

Протокол № _____ от «___» _____ 2008г.

Председатель УМК _____ «___» _____ 2008г. Мащенко А.Ф.

Директор института _____ «___» _____ 2008г. Воронин В.В.

1. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели и задачи изучаемой дисциплины.

Сформировать знания о металлах, огнеупорных и теплоизоляционных материалах, применяемых в пещестроении, о конструкциях металлургических печей и сушил и их принципов работы, научить обоснованному выбору металлургических печей для производства черных и цветных металлов при различных способах литья, уметь экспериментально определять основные теплотехнические показатели, связанные с теплотехническим оборудованием технологии литейного производства.

1.2 Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студент специальности 110.400 должен **знать** рабочие и физические свойства огнеупорных материалов, классификации металлургических печей и сушил, принципы их работы, получить знания, необходимые инженеру-технологу для эффективного использования металлургического оборудования.

Студент должен **уметь** правильно выбирать тип металлургического оборудования для различных видов производства металлов и сплавов в конкретных условиях, рассчитывать параметры тепловых процессов, проходящих в металлургических печах, выбирать огнеупорные и теплоизоляционные материалы для оптимальных вариантов плавки, анализировать процессы, происходящие в металлургических печах и сушилах, разрабатывать технологическую документацию.

Студент должен **иметь представления** об использовании химических и теплофизических свойств огнеупорных и теплоизоляционных материалов в пещестроении, о характеристиках, требованиях и особенностях печей литейного производства, о их принципах работы, об мерах по охране окружающей среды, о теплотехнической терминологии, законах получения, преобразования и передачи энергии (тепла), методах анализа эффективности использования и передачи теплоты.

1.3 Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1 - Объем дисциплины и виды учебной работы

Наименование	По учебным планам основной траектории обучения	
	С максимальной трудоемкостью	С минимальной трудоемкостью
Общая трудоемкость дисциплины по ГОС по УП	117	
Изучается в семестрах	6	
Вид итогового контроля посеместрам		
Экзамен	6	
Курсовая работа	6	
Аудиторные занятия		
всего	66	
лекции	34	
лабораторные работы	16	
практические занятия	16	
Самостоятельная работа		
общий объем часов	51	
в том числе на подготовку к лекциям	17	
на выполнение практических работ	17	
на выполнение курсового проекта	17	

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Тематический план лекционных занятий

Тема 1. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы, применяемые в печестроении.

Огнеупорные и теплоизоляционные материалы. Классификация. Физические и рабочие свойства огнеупоров. Огнеупоры на основе естественных и искусственных материалов. Применение огнеупоров в печестроении. Кислые, основные и нейтральные огнеупоры.

Тема 2. Металлы, применяемые в печестроении.

Металлы, применяемые в печестроении. Свойства и служба металлов.

Тема 3. Классификация печей литейного производства.

Общая классификация печей. Понятие о печной установке. Требования к печам. Элементы конструкции печей.

Тема 4. Литейные сушила.

Сущность процесса сушки. Классификация литейных сушил. Сушила периодического и непрерывного действия.

Тема 5. Нагревательные печи.

Нагревательные печи. Классификация. Печи периодического и непрерывного действия.

Тема 6. Плавильные печи литейного производства.

Плавильные печи литейного производства. Характеристика, требования и особенности плавильных печей.

Тема 7. Тигельные топливные печи.

Общая характеристика и принцип работы. Конструкция печи. Особенности тепловой работы.

Тема 8. Вагранки.

Общая характеристика и принцип работы. Конструкция печи. Особенности тепловой работы.

Тема 9. Индукционные тигельные и каналные печи.

Общая характеристика и принцип работы. Конструкция печи. Особенности тепловой работы.

Тема 10. Дуговые плавильные печи литейного производства.

Общая характеристика и принцип работы. Конструкция печи. Особенности тепловой работы.

Тема 11. Рекуператоры.

Общая характеристика и принцип работы. Конструкция печи. Особенности тепловой работы.

№	Раздел дисциплины	Л	ЛР	ПЗ	КП	РГР	ДЗ	РФ	С ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Огнеупорные и теплоизоляционные материалы, применяемые в пещестроении.	*							
2	Металлы, применяемые в пещестроении.	*							
3	Классификация печей литейного производства.	*							
4	Литейные сушила.	*		*	*				
5	Нагревательные печи.	*		*	*				
6	Плавильные печи литейного производства.	*	*						
7	Тигельные топливные печи.	*	*						
8	Вагранки.	*		*	*				
9	Индукционные тигельные и каналные печи.	*		*	*				
10	Дуговые плавильные печи литейного производства.	*		*	*				
11	Рекуператоры	*	*	*	*				

2.2 Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1.

Изучение печных конструкций.

Цель. Ознакомиться с конструкциями печных агрегатов и выбрать тип печи для курсового проекта.

Исполнение. Работа с чертежом простейших печей, по атласу конструкций. На первом этапе уточняются особенности конструкции печи, делаются поясняющие чертеж записи и эскизы отдельных узлов. Уточняется место установки печи в зависимости от целей дальнейшей ее эксплуатации. Выясняются материалы, применяемые для изготовления печи и их эксплуатационные характеристики. Какой материал используется в качестве теплоносителя. На втором этапе студенты получают чертежи печи более сложной конструкции. При изучении чертежа используют тот же план и перечень вопросов, что и на первом занятии. Кроме этого, индивидуально каждому студенту будут заданы дополнительные вопросы, вскрывающие особенности изучаемой конструкции. На третьем этапе студенты выбирают конструкции печи для курсовой работы (работа с архивом чертежей, атласом).

Оценка. Обоснование выбранной конструкции печного агрегата. Для этого следует дать схематично эскиз рабочего пространства печи в трех проекциях с указанием мест расположения нагревательных элементов, отвода продуктов горения, загрузочных окон и средств транспортировки шихтовых

материалов. В пояснительной записке к эскизу в письменной форме объяснить преимущества выбранной конструкции.

Время выполнения работы - 4 часа.

Лабораторная работа № 2.

Теплотехнические исследования пламенной лабораторной печи.

Цель. Определение теплотехнических характеристик пламенной лабораторной печи. Ознакомление с расчетом теплового баланса.

Исполнение. Экономичный расход энергии является одним из основных показателей тепловой работы печи. Для того чтобы его выявить, необходимо провести теплотехническое испытание действующей печи. В эту задачу входят:

- а) определение оптимального соотношения топливо-воздух;
- б) снятие теплотехнической характеристики печи, работающей в рациональном режиме.

Исходя, из этих задач лабораторная работа разделена на две части, каждая из которых представляет самостоятельное исследование.

Оценка. В работе определяется соотношение топливо – воздух, снимается теплотехническая характеристика печи, работающей в рациональном режиме. По результатам испытания рассчитывают тепловой баланс печи. В выводах следует дать оценку действующей печи по рациональному соотношению топливо-воздух, по к.п.д. печи, а также представить соображения об улучшении ее работы (снижение химических, физических потерь, увеличение к.п.д. печи и др.).

Время выполнения работы - 6 часа.

Лабораторная работа № 3

Изучение теплообменных аппаратов.

Цель. Определение теплотехнических характеристик теплообменников. Ознакомление с расчетом теплового баланса теплообменников.

Исполнение. Студенты изучают конструкцию рекуператоров и регенераторов, применяемых для подогрева воздуха теплом, уходящих из печи газов при помощи специально сжигаемого для этих целей топлива.

1. Работа на модели рекуператора. При установившейся температуре дымовых газов (согласно показаниям термомпары в точке 1) в рекуператор подается максимальных расход воздуха. Затем постепенным снижением расхода нагреваемого воздуха добиваются на выходе заданной его температуры. При ее достижении снимают показания температуры во всех контрольных точках. Одновременно с этим измеряют установившийся расход дыма, пользуясь показаниями расходомеров топлива и воздуха, имеющихся в печи. После этого переключают поток воздуха на обратный ход и снова делают замеры температур и расхода.

2. Работа на модели регенератора. При установившейся температуре дымовых газов в регенераторе, т.е. когда она на входе и на выходе в регенератор будет постоянной, делают замеры температур. Затем шиберами

1 и 5 отключают подачу дымовых газов в регенератор. Одновременно краном 8 устанавливают расход воздуха, обеспечивающий заданную начальную его температуру на выходе из регенератора. Момент открытия крана для подачи воздуха является началом отсчета времени работы регенератора в режиме охлаждения. С этого момента интервалы 1-2 минуты контролируют температуру воздуха на входе и на выходе; попутно измеряют его расход.

После того как температура воздуха на выходе снизится до заданного предела, регенератор переводят на нагрев насадки. В течение этого цикла также контролируют температуры дыма на входе и входе. Расход тепла для нагрева регенератора измеряют по данным счетчиков газа и воздуха.

Оценка. По результатам испытания моделей рекуператора и регенератора определяют: коэффициенты теплопередачи в рекуператоре и регенераторе; коэффициенты потерь тепла наружными стенами рекуператора; экономический эффект при переводе печи на отопление с подогревом воздуха; ожидаемое повышение температуры газов в печи при использовании физического тепла подогретого воздуха.

Время выполнения работы - 6 часа.

Таблица 3 – Лабораторный практикум и его взаимосвязь с содержанием лекционного курса

№ п/п	№ раздела по разделу лекционных занятий	Наименование лабораторной работы	Часы
1	6	Изучение печных конструкций.	4
2	7	Теплотехнические исследования пламенной лабораторной печи.	6
3	11	Изучение теплообменных аппаратов.	6
Итого			16

2.3. Практические работы

Практическая работа №1

Методика расчета сушил

Цель. Ознакомление с методами расчета параметров процесса сушки.

Исполнение. Пошаговое выполнение работы.

Оценка. Определение потери теплоты в процессе сушки.

Время выполнения работы - 2 часа.

Практическая работа №2

Методика расчета нагревательных печей (пламенная печь)

Цель. Анализ тепловой работы пламенной печи.

Исполнение. Пошаговое выполнение работы.

Оценка. Результаты расчета основных показателей работы плазменной печи (расход топлива, коэффициент полезного действия и т.д.).

Время выполнения работы - 2 часа.

Практическая работа №3

Методика расчета вагранки

Цель. Исследование влияния отдельных факторов (качество кокса, температура нагрева дутья, температура колошниковых газов и т.д.) на удельный расход кокса и себестоимость жидкого чугуна.

Исполнение. Пошаговое выполнение работы.

Оценка. Результаты расчета теплового и материального баланса, основных параметров вагранки.

Время выполнения работы - 4 часа.

Практическая работа №4

Методика расчета индукционных (тигельных и канальных) печей

Цель. Определение параметров индукционных печей по преобразованию электрической энергии в тепловую.

Исполнение. Пошаговое выполнение работы.

Оценка. Результаты расчета параметров индукционных печей.

Время выполнения работы - 4 часа.

Практическая работа №5

Методика расчета дуговой печи

Цель. Определение конструктивных параметров дуговой печи.

Исполнение. Пошаговое выполнение работы.

Оценка. Результаты расчета элементов конструкции дуговой печи.

Время выполнения работы - 2 часа.

Практическая работа №6

Методика расчета рекуператора

Цель. Определение конструктивных параметров и потерь давлений рекуператора

Исполнение. Пошаговое выполнение работы.

Оценка. Результаты расчета конструктивных параметров и потерь давлений рекуператора

Время выполнения работы - 2 часа.

Таблица 4 –Практические работы и их взаимосвязь с содержанием лекционного курса

№ п/п	№ раздела по разделу лекционных занятий	Наименование лабораторной работы	Часы
1	4	Методика расчета сушил	2
2	5	Методика расчета нагревательных печей (пламенная печь)	2

3	8	Методика расчета вагранки	4
4	9	Методика расчета индукционных (тигельных и канальных) печей	4
5	10	Методика расчета дуговой печи	2
6	11	Методика расчета рекуператора	2
Итого			16

Курсовая работа выполняется студентами по индивидуальному заданию, выданному каждому студенту (Методические указания к курсовой работе по дисциплине «Тепломассообмен и металлургическая теплотехника»), и заключается в получении ими практических навыков в конструировании, а также в подготовке студентов к самостоятельному решению инженерных задач по выбору, расчету и эксплуатации печного оборудования.

3. КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Входной контроль – контроль остаточных знаний студентов производится в начале изучения дисциплины в письменной форме в виде вопросов по основным темам дисциплин, на которых базируется изучение дисциплины «Теплотехника»: «Химия», «Физика», «Математика» и др.

Текущий контроль производится по результатам выполнения лабораторных и практических работ.

Выходной контроль производится по результатам зачета и экзамена.

3.1. Вопросы входного контроля

1. . Основной закон теплопроводности.
2. Температурный градиент.
3. Температурное поле.
4. Виды теплопередачи.
5. Теплопроводность однослойной тонкой стенки. Основные понятия.
6. Теплопроводность многослойной плоской стенки. Основные понятия.
7. Теплопроводность цилиндрической стенки.
8. Конвективный теплообмен.
9. Теплообмен излучением, понятие излучения.
10. Понятие теплового потока.
11. Легирующие элементы. Их влияние на свойства стали.
12. Модифицирование.
13. Классификация стали.
14. Классификация чугунов.
15. Алюминиевые сплавы.
16. Сплавы цветных сплавов. Классификация и свойства.
17. Основные принципы составления шихты.
18. Угар легирующих элементов.
19. Окисление металлов.
20. Нагрев металлов.
21. Физико-химические основы производства стали.

22. Основные периоды выплавки стали.
23. Шихтовые материалы.
24. Ферросплавы. Их применение.

3.2. Текущий контроль

Вопросы текущего контроля приведены в методических указаниях к лабораторным работам.

3.3. Вопросы выходного контроля

1. Условия службы материалов печей.
2. классификация огнеупорных материалов.
3. Физические свойства огнеупорных материалов.
4. Рабочие свойства огнеупоров.
5. Кремнеземистые огнеупорные материалы.
6. Алюмосиликатные огнеупорные материалы.
7. Магнезиальные, магнезитовые, доломитовые, форстернитовые огнеупорные материалы.
8. Хромистые огнеупорные материалы.
9. Огнеупорные углеродистые изделия.
10. Карбидные (оксидные) огнеупорные материалы.
11. Теплоизоляционные материалы.
12. Металлы, применяемые в печестроении.
13. Элементы конструкции печей.
14. Общая классификация печей.
15. Понятие о печной установке, требования к печам.
16. Сущность процесса сушки.
17. Классификация литейных сушил.
18. Сушила периодического действия.
19. Сушила непрерывного действия.
20. Нагревательные печи. Классификация.
21. Нагревательные печи периодического действия.
22. Нагревательные печи непрерывного действия.
23. Требования к плавильным печам, их классификация.
24. Характеристика плавильных печей.
25. Тигельные топливные печи.
26. Поворотные пламенные печи.
27. Стационарные пламенные печи.
28. Вагранки. Общая характеристика и краткая история.
29. Нормализованные вагранки. Элементы конструкции.
30. Процессы, протекающие в отдельных зонах вагранки.
31. Вагранки с водяным охлаждением.
32. Вагранки с применением кислорода.
33. Вагранки с подогревом дутья.
34. Коксогазовые вагранки.

35. Индукционные канальные печи, принцип работы.
36. Индукционные канальные печи. Особенности конструкции.
37. Характеристика индукционной канальной печи.
38. Конструкции индукционных печей.
39. Принцип действия индукционных печей.
40. Дуговой разряд.
41. Общая характеристика электронно-дуговых печей.
42. Дуговые печи с независимой дугой.
43. Процессы теплообмена в ЭДП с открытой зависимой дугой.
44. Дуговые печи с открытой зависимой дугой.

4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

№ п/п	Автор(автор)	Название	Год издания	Обеспеченность библиотек ой ТОГУ
1	В.А. Кривандин	Металлургические печи	1967	3
2	Динотов Г.П., Кондаков Е.А.	Печи и сушила литейного производства	1970	2
3	Мастрюков Е.С.	Теплотехнические расчеты промышленных печей	1972	2
4	Дзюба Г.С.	Методические указания к курсовой работе и практическим занятиям по дисциплине «Тепломассообмен и металлургическая теплотехника»	2001	7

5. Контроль самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов проводится по результатам выполнения лабораторных работ.

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для выполнения практических занятий и лабораторных работ, их оформление студенты используют кафедральные компьютеры, множительную технику, плавильные печи и другое оборудование, имеющиеся на кафедре.

7. Методические рекомендации изучения дисциплины

Рабочая программа разработана с учетом фактического времени, отведенного для ее изучения. В рабочей программе предусмотрено изучение видов огнеупорных, теплоизоляционных и металлических материалов, используемых в пещестроении, а также конструкции и принципы действия металлургических печей и механизмов.

Практические занятия и лабораторные работы нацелены на формирование навыков выбора печного агрегата для производства определенных металлов и сплавов и выбора оптимальных технологических параметров плавки.

Базовыми дисциплинами являются «Материаловедение», «Физическая химия металлургических систем и процессов», «Теория литейных процессов», «Технология металлургического производства».

Программа рассчитана на 144 часов.

Программа составлена в соответствии с государственным стандартом высшего профессионального образования по подготовке специалистов 110400 «Литейное производство черных и цветных металлов».

8. Словарь терминов

А

Аустенит – структурная составляющая стали - твердый раствор углерода в – железе с максимальной растворимостью 2.14 % при 1152⁰С.

Б

Брак отливок – искажение геометрической формы, внешнего вида или размеров отливок, противоречащие техническим требованиям на отливки.

Г

Газопроницаемостью называется свойство пористых тел пропускать газ при наличии на них перепада давления. Газопроницаемость огнеупоров характеризуется коэффициентом газопроницаемости, который определяется экспериментально при давлении на выходе из образца, близком к атмосферному, с помощью формулы Пуазейля

Д

Обычный динас содержит до 10-15% стекла и 90-85% кристаллического вещества (тридимита, кристобалита, кварца). Тридимит в динасе образует кристаллический каркас, незначительно растворяющийся в жидкой фазе, вследствие чего уменьшается вредное влияние жидкой фазы на деформацию динаса при высоких температурах.

К

Коэффициент эффективной теплопроводности имеет смысл коэффициента пропорциональности между усредненным по объему огнеупора тепловым потоком и градиентом температур.

Ж

Жидкотекучесть стали - характеристика способности металла заполнять форму и полностью воспроизводить её конфигурацию.. Жидкостекольная смесь – смесь песка кварцевого и жидкого стекла, предназначенная для изготовления литейных форм.

М

Мартенсит – пересыщенный твердый раствор углерода в γ - железе с максимальной растворимостью углерода 0,02% при 723⁰С.

Л

Литниковая система- система каналов по которой сталь заполняет полость литейной формы. называется графитоаустеническая смесь. Содержание углерода составляет 4,34%.

О

Огнеупорными называются материалы, которые могут в течение длительного времени при температуре свыше 1800 К сохранять механическую прочность и форму.

Огнеупорность - это предельная температура службы огнеупора в идеальных условиях - при отсутствии механического и физико-химического воздействия. Огнеупорность $T_{огн}$ в соответствии с ГОСТ 4069-69 определяется как температура, при которой происходит определенная пластическая деформация стандартного образца, нагреваемого в стандартных условиях.

П

Перлит – механическая смесь феррита и цементита, эвтектоид, образующийся при охлаждении твердой стали, когда аустенит превращается в перлит (эвтектоидное превращение) Содержание углерода в перлите 0,8%.
Плавка стали и чугуна – процесс получения сплавов заданного состава.

Р

Раскисление стали – процесс удаления из стали оксидов путем введения раскислителей, материалов связывающих кислород и переводящих его в шлак.

С

Сталь- деформируемый сплав железа с углеродом и др. элементами.

Сталеразливочный ковш - устройство для приема выпускаемого из печи металла и последующей заливки им форм. α

Т

Термостойкость - способность огнеупоров противостоять, не разрушаясь, резким изменениям температур при нагреве или охлаждении называется термической стойкостью.

Термический коэффициент линейного расширения α_T - величина, на которую увеличивается линейный размер кубического кристалла при нагревании на 1 К.

Х

Химическая стойкость характеризует способность огнеупоров при высокой температуре выдерживать, не разрушаясь, воздействие различных компонентов металлургического процесса: шлаков, металлов, газов и т.д. Химическая стойкость огнеупора по отношению к конкретному компоненту зависит в основном от степени химического сродства огнеупора и компонента.

Ш

Шлакоустойчивость - способность огнеупора противостоять разрушающему физико-химическому и механическому воздействию расплава при высоких температурах. Процесс растворения огнеупора в неподвижном расплаве лимитируется молекулярной диффузией легкоплавкого соединения к поверхности сродка.

Э

Электропроводность огнеупоров, как гетерогенных тел, складывается из электропроводности их фаз (полупроводниковых, стекловидной, кристаллических) и пор.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
 Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
 образования
 Тихоокеанский государственный университет

**Институт информационных технологий
 Кафедра Литейное производство и технология металлов**

СОГЛАСОВАНО

Директор института
 (декан факультета)

_____ Воронин В.В.

“ _____ ” _____ 2008г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник

учебно-методического управления
 _____ Иванищев Ю.Г.

“ _____ ” _____ 2008г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
 по дисциплине
 Теплотехника**

Аббревиатура специальности	Отчетность						Часов занятий								
	экзамен	зачет	КП	КР	РГР	контрольная работа	тест (контр. задание)	учебный план основной траектории		Учебный план специальности (направления) заданной траектории					
								по ГОС	уч. план	переаг	лкц	лбр	прз	ауд	Сам раб
ЛП	6	6						117		34	16	16	66	51	на сес.

Рабочая программа составлена в соответствии с содержанием и требованиями Государственных образовательных стандартов и утвержденной _____ программой дисциплины

Рабочую программу составил _____ Ри Э.Х.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры,

протокол № _____ от « ____ » _____ 2008г.

Заведующий кафедрой _____ « ____ » _____ 2008г.

Подпись

Одобрено Учебно-методической комиссией

Председатель УМКС _____ « ____ » _____ 2008г.

Подпись

Согласовано декан факультета _____ « ____ » _____ 2008г.

подпись

Таблица 1. Тематический план лекционных занятий

№	Раздел дисциплины	Объем часов 110400
1	2	3
1	Огнеупорные и теплоизоляционные материалы, применяемые в печестроении.	12
2	Металлы, применяемые в печестроении.	2
3	Классификация печей литейного производства.	4
4	Литейные сушила.	2
5	Нагревательные печи.	2
6	Плавильные печи литейного производства.	2
7	Тигельные топливные печи.	2
8	Вагранки.	2
9	Индукционные тигельные и канальные печи.	2
10	Дуговые плавильные печи литейного производства.	2
11	Рекуператоры	2
Итого		34

Таблица 2. Тематический план лабораторных занятий

№ темы	Наименование лабораторной работы	Объем часов 110400
1	Изучение печных конструкций.	8
2	Теплотехнические исследования пламенной лабораторной печи.	4
3	Изучение теплообменных аппаратов	4
Итого		16

Курсовая работа выполняется студентами по индивидуальному заданию, выданному каждому студенту, и заключается в подготовке студентов к самостоятельному решению инженерных задач по выбору, расчету и эксплуатации печного оборудования.

