

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



_____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Тепловые процессы в технологии стекла и керамики

направление подготовки (специальность):

18.03.01 Химическая технология

Направленность программы (профиль, специализация):

Химическая технология стекла и керамики

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

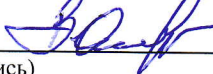
Институт **Химико-технологический**


Кафедра **Технологии стекла и керамики**

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология», утвержденный приказами Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 922 от 7 августа 2020 г. и приказа об изменении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 83 от 8 февраля 2021 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: к.т.н., профессор  (В.И. Онищук)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

к.т.н., доцент  (Ю.Н. Трепалина)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ТСК

«17» мая 2021 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.А. Дороганов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
технология стекла и керамики
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (В.А. Дороганов)

« 17 » 05 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией ХТИ

« 15 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель  (В.А. Дороганов)
(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
Профессиональные	ПК-2. Способен обеспечивать проведение технологии формообразования и обработку изделий в соответствии с технической документацией	ПК-2.3. Организует процессы термической обработки материалов и подготовку расплавов к формованию изделий, оптимизирует технико-экономические показатели теплотехнического оборудования на стадии проектирования и эксплуатации	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы генерации тепла для реализации тепловых процессов в технологии стекла и керамики; - физико-химические и фазовые превращения, протекающие при варке стекла и обжиге керамики, виды теплообмена; - движение газов в пламенном пространстве печей; движение расплава стекломассы в варочном бассейне печей - классификацию, устройство, особенности теплогенерации, теплообмена, движения газов и получения вторичных энергоресурсов в различных конструкциях печей для производства стекла и керамики <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определить геометрические размеры тепловых агрегатов (печей); - выполнить расчет горения топлива; - выполнить теплотехнический расчет тепловых агрегатов (печей); - выполнить аэродинамический расчет тепловых агрегатов <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью выбрать рациональную конструкцию теплового агрегата, способного осуществить заданные технологические процессы, обеспечивающие получение качественной продукции; - навыками проектирования и комплексной оценкой технико-экономической эффективности тепловых агрегатов (печей), предназначенных для выпуска конкретной продукции из стекла и керамики.
Профессиональные	ПК-3. Способен организовывать и проводить кон-	ПК-3.5. Организует контроль работы тепловых	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы управления процес-

	<p>троль технологической дисциплины при реализации технологического процесса и проверке качества производимой продукции в соответствии с требованиями государственных стандартов.</p>	<p>агрегатов и реализовывает поставленные конструктивные задачи технологического процесса.</p>	<p>вую обработку смесей сырьевых материалов; - принцип действия и устройство оборудования для контроля режима работы теплотехнических агрегатов Уметь: производить выбор оборудования для контроля режима работы теплотехнических агрегатов Владеть: основами производственного мониторинга работы теплотехнических агрегатов.</p>
--	---	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Компетенция ПК-2. Способен обеспечивать проведение технологии формообразования и обработку изделий в соответствии с технической документацией.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Механическое оборудование керамических и стекольных заводов.
2	Метрология, стандартизация и сертификация.
3	Тепловые процессы в технологии стекла и керамики.
4	Химическая технология керамики и огнеупоров.
5	Химическая технология стекла и стеклокристаллических материалов.
6	Технология огнеупоров и жаростойких бетонов.
7	Технология тарного и художественного стекла.
8	Технология теплоизоляционных материалов.
9	Технология строительной и художественной керамики.
10	Технология художественной обработки стекла и стеклоизделий.
11	Технология архитектурно-строительного стекла.
12	Использование стекла в строительстве.
13	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика.
14	Производственная преддипломная практика.

2.2. Компетенция ПК-3. Способен организовывать и проводить контроль технологической дисциплины при реализации технологического процесса и проверке качества производимой продукции в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Механическое оборудование керамических и стекольных заводов.
2	Метрология, стандартизация и сертификация.
3	Тепловые процессы в технологии стекла и керамики.
4	Химическая технология керамики и огнеупоров.

5	Химическая технология стекла и стеклокристаллических материалов.
6	Контроль производства и качества стекла и керамики
7	Технология огнеупоров и жаростойких бетонов.
8	Технология тарного и художественного стекла.
9	Технология теплоизоляционных материалов.
10	Технология неорганических покрытий
11	Теоретические основы материаловедения
12	Технология строительной и художественной керамики.
13	Технология художественной обработки стекла и стеклоизделий.
14	Технология архитектурно-строительного стекла.
15	Использование стекла в строительстве.
16	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика.
17	Производственная преддипломная практика.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зач. единиц, 360 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации: экзамен, дифференцированный зачёт

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	360	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	144	72	72
лекции	68	34	34
лабораторные	-	-	-
практические	68	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	8	4	4
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	216	108	108
Курсовой проект	54	-	54
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	126	72	54
Экзамен	36	36	-
Дифференцированный зачет			-

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. Общие сведения о значении тепловой обработки в производстве стекла.					
	Термины и определения дисциплины. Виды энергии. Источники генерации тепла.	0,5	-	-	1
2. Физико-химические и тепловые процессы, протекающие при варке стекла.					
	Фазовые и химические превращения при варке стекла. Стадии процесса стекловарения. Условия интенсификации протекания процессов на каждой стадии.	1	-	-	1
	3. История и развитие конструкций печей для производства стекла	1	-	-	1
4. Классификация печей для производства стекла.					
	Классификация печей по технологическому назначению. Классификация стекловаренных печей: по конструкции, режиму работы, производительности, виду генерации тепла, виду и конструкции теплообменных устройств.	0,5	-	-	1
5. Устройство пламенных и электрических ванн стекловаренных печей					
	Конструктивные элементы пламенных стекловаренных печей: дно, стены бассейна, загрузочные карманы, стены пламенного пространства, горелки, свод.	2	4	-	6
6. Материалы для сооружения стекловаренных печей					
	Характеристика и свойства огнеупорных и теплоизоляционных материалов. Рациональный выбор огнеупоров и теплоизоляционных материалов для сооружения элементов конструкции стекловаренных печей. Фундаменты, металлический каркас и вспомогательное оборудование стекловаренных печей.	3	4	-	6
7. Способы генерации тепла в стекловаренных печах.					
	7.1. Теплогенерация сжиганием природного газа. Классификация природных газов. Физико-химические основы процесса горения и реакции, протекающие при сжигании топлива. Теплота сгорания топлива. Температура горения топлива. Виды температур горения топлива. 7.2. Электрический обогрев стекловаренных печей. 7.3. Комбинированный способ отопления стекловаренных печей. Устройство систем предварительного смешивания топлива с воздухом. Особенности процесса «кислородного» сжигания топлива.	4	4	-	6
8. Факельное сжигание топлива. Горелки для сжигания топлива в стекловаренных печах.					
	Структура факела пламени. Методы сжигания топлива.	2	-	-	4

	Устойчивость факела пламени в пространстве. Критерий устойчивости. Ламинарный и турбулентный режим факела пламени. Требования, предъявляемые к горелкам. Принципы работы горелок. Диффузионные и кинетические газовые горелки: устройство, преимущества и недостатки.				
9. Теплотехнические процессы, протекающие в стекловаренных печах.					
	Теплообмен в стекловаренных печах. Внутренний и внешний теплообмен. Конвективный, радиационный режимы теплообмена и теплообмен теплопроводностью. Особенности теплообмена в стекловаренных печах различных конструкций. Теплообмен в шихте и стекломассе. Оптимизация процессов теплообмена. Тепловой баланс печи. Структура теплового баланса стекловаренных печей. Коэффициент полезного действия, удельная и общая производительности, удельный расход условного топлива. Оптимизация теплового баланса и технико-экономических показателей стекловаренных печей различных конструкций.	5	6	-	12
10. Движение расплава стекла в бассейне стекловаренных печей.					
	Причины, вызывающие движение стекломассы. Эпюры скоростей и давлений по глубине бассейна. Коэффициент потока. Конвективные потоки стекломассы. Причины возникновения потоков. Схемы потоков в печах различных конструкций. Влияние профиля дна и разделительных устройств по дну бассейна печи на характер движения стекломассы. Принцип работы систем барботажа и глубинного «осветления» стекломассы.	2	-		6
11. Движение газов в стекловаренных печах.					
	Источники возникновения движения газов в стекловаренных печах. Схема аэродинамической работы стекловаренной печи. Потери энергии при движении газов в стекловаренных печах. Аэродинамические сопротивления и их расчет. Естественное и принудительное движение газов. Определение напора, создаваемого регенератором и расчет дымовой трубы.	2	4	-	8
12. Особенности варки стекол в печах периодического и непрерывного действия					
	Устройство горшковых стекловаренных печей Характеристика процесса стекловарения в горшковых стекловаренных печах. Техничко-экономические показатели процесса стекловарения в горшковых печах. Характеристика процесса стекловарения в ваннных стекловаренных печах непрерывного действия. Техничко-экономические показатели работы ваннных стекловаренных печей. Диапазоны производительности. Области рационального применения горшковых и ваннных стекловаренных печей.	3	-	-	6
13. Утилизация тепла отходящих дымовых газов					
	Устройства для утилизации высокопотенциального тепла отходящих дымовых газов. Особенности тепловой работы и конструкции рекуператоров и регенераторов.	2	-	-	4

	Устройства для утилизации низкопотенциального тепла отходящих дымовых газов. Получение энергоносителей за счет тепловых ВЭР.				
14. Организация и контроль работы стекловаренных печей					
	Факторы, определяющие эффективность процесса стекловарения. Тепловой режим стекловаренной печи, контроль управления тепловым режимом. Химический состав и давление газовой среды. Контроль и управление газовым режимом в рабочей камере стекловаренной печи. Контроль уровня стекломассы, в бассейне стекловаренной печи.	2	2	-	2
15. Практика эксплуатации стекловаренных печей					
	Сооружение стекловаренных печей. Аварийные ситуации, возникающие при эксплуатации. Ремонты стекловаренных печей. «Горячий» и «холодный» ремонт.	2	-	-	2
16. Перспективные конструкции стекловаренных печей					
	Особенности конструкции, способов генерации тепла, интенсификации теплообмена, систем утилизации тепла и решения вопросов вредного воздействия отходящих газов на окружающую среду в перспективных стекловаренных печах.	2	2		6
	ВСЕГО	34	34	-	72

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час		
		Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям ¹
1. Источники теплогенерации				
1.1	Классификации и общая характеристика. Свойства топлива используемого для тепловой обработки керамических материалов	2	2	
2. Сушка керамических материалов.				
2.1	Предварительная тепловая обработка полуфабриката. БРС. Естественная и искусственная сушка. Сушильный барабан для сушки сыпучих материалов.	2	2	
2.2	Сушилки: камерные, конвейерные, туннельные и щелевые. Особенности процесса сушки. Садка изделий на сушильные вагонетки.	2	2	

3. Обжиг готовых керамических изделий				
3.1	Печи для обжига керамических изделий. История обжига керамических материалов.	1		
3.2	Камерные печи для мелкоштучных изделий (фарфора и фаянса).	1	2	
3.3	Кольцевые печи. Особенности обжига. Перемещение зон обжига, особенности садки изделий в печи. Аэродинамические процессы происходящие в печи	2		
3.4	Щелевые печи для обжига мелкоштучных изделий. Обжиг керамической плитки. Аэродинамический режим обжига в щелевой печи.	4	6	
3.5	Туннельные печи для обжига керамического кирпича. Туннельные печи для обжига санитарно-керамических изделий. Особенности садки изделий на печные вагонетки. Особенности аэродинамического режима.	4	6	
4. Обжиг сыпучих керамических материалов.				
4.1	Вращающиеся печи. Особенности строения. Обжиг керамзитового гравия. Обжиг глины на шамот. Особенности режима термообработки. Аэродинамический режим.	4	4	
5. Обжиг огнеупорных материалов				
5.1	Туннельные печи для обжига огнеупорных материалов. Особенности устройства туннельных печей для обжига шамотных, диасовых, периклазовых, доломитовых и др. огнеупорных материалов. Аэродинамический режим, тепловой режим обжига.	4	4	
5.2	Печи для получения технической керамики. Электродуговые печи. Режим обжига, футеровка, аэродинамический режим работы печи.	2		
6. Тепловой обмен в пламенном пространстве печи				
6.1	Тепловой обмен в пламенном пространстве печи. Расход теплоты на протекающие процессы в материале при термообработке. Аэродинамические процессы происходящие при обжиге керамических материалов.	4	6	
	ВСЕГО	34	34	

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
Семестр №5				
1.	Устройство пламенных и электрических ванн стекловаренных печей	Выбор конструкции и расчет основных размеров варочной части стекловаренной печи. Расчет площадей ограждающих конструкций рабочей камеры стекловаренной печи	6	6
2.	Материалы для сооружения стекловаренных печей	Рациональный выбор огнеупорных и теплоизоляционных материалов для сооружения стекловаренной печи. Расчет потерь тепла и термических сопротивле-	4	8

		ний выбранных вариантов стен рабочей камеры печи.		
3	Способы генерации тепла для отопления стекловаренных печей	Расчет количества воздуха, необходимого для сжигания газообразного топлива по элементарным уравнениям реакций. Расчет горения природного газа. Составление материального баланса процесса горения. Нахождение теоретической, калориметрической и действительной температур горения.	4	8
4	Теплотехнические процессы, протекающие в стекловаренных печах	Расчет потерь тепла через ограждающие конструкции при различных вариантах теплоизоляции. Расчет прихода и расхода тепла в соответствии со статьями теплового баланса варочной части стекловаренной печи. Составление теплового баланса варочной части стекловаренной печи. Анализ изменения структуры теплового баланса при использовании метода «кислородного» сжигания топлива, дополнительного электрического подогрева, различных вариантов разделения варочной части печи и теплоизоляции рабочей камеры печи. Основы расчета электрических стекловаренных печей. Определение тепловых потерь и установочной мощности системы энергоснабжения.	8	12
5	Движение газов в стекловаренных печах.	Расчет основных параметров состояния газов и их изменения в зависимости от температуры. Аэродинамическая схема движения газов. Расчет сопротивлений движению газов. Расчет устройств для утилизации теплоты отходящих газов. Аэродинамический расчет стекловаренной печи.	6	8
6	Организация работы стекловаренных печей.	Разработка схемы установки датчиков, обеспечивающих контроль заданного режима стекловаренной печи	2	6
7	Перспективные конструкции стекловаренных печей	Разработка конфигурации стекловаренной печи для решения определенной задачи	4	6
ИТОГО:			34	48
Семестр №6				
1	Тепловой обмен в пламенном пространстве печи.	Тепловой обмен в пламенном пространстве печи. Расход теплоты на протекающие процессы в материале при термообработке..	6	8
2		Потери тепла через футеровку печи, под вагонетки, с дымовыми газами	6	10

3	Сушка керамических материалов.	Предварительная тепловая обработка полуфабриката. БРС. Естественная и искусственная сушка. Особенности процесса сушки. Садка изделий на сушильные вагонетки.	4	8
4	Обжиг готовых изделий	Щелевые печи для обжига мелкоштучных изделий. Обжиг керамической плитки. Аэродинамический режим обжига в щелевой печи.	6	10
5	Обжиг готовых изделий	Туннельные печи для обжига керамических изделий. Особенности садки изделий на печные вагонетки. Особенности аэродинамического режима.	6	10
6	Обжиг готовых изделий	Вращающиеся печи. Обжиг керамзитового гравия. Обжиг глины на шамот. Особенности режима термообработки. Аэродинамический режим.	6	8
ИТОГО			34	54

4.3. Содержание курсового проекта

В процессе выполнения курсового проекта осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся как в специализированных аудиториях, так и посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Цель курсового проекта – индивидуальное и глубокое изучение вопросов проектирования и эксплуатации теплотехнических агрегатов (печей), используемых для варки стекла, обжига керамики и огнеупоров, выбора рациональной конструкции, овладение навыками расчета геометрических размеров основных элементов конструкции, выполнение теплотехнических и аэродинамических расчетов, определение достигнутых в проекте технико-экономических показателей теплотехнического агрегата и путей их повышения.

Структура курсового проекта состоит из:

- расчетно-пояснительной записки, объемом 40...50 стр. При выдаче задания преподаватель, в дополнение к основной теме, формулирует индивидуальное задание;
- графической части – 2 листа формата А1 ГОСТ 2.301 – 68 (1 лист - план печи, 2-й лист - продольный или поперечный разрез).

Содержание расчетно-пояснительной записки (разделов) зависит от вида проектируемого теплотехнического агрегата.

1. Расчетно-пояснительная записка проекта стекловаренной печи должна иметь следующее содержание:

Введение.

1. Аналитический обзор конструкций и технико-экономических показателей стекловаренных печей.
 2. Обоснование выбора типа печи и описание характерных узлов конструкции, современных технических решений, параметров процесса стекловарения.
 3. Определение основных размеров стекловаренной печи.
 4. Расчет горения топлива.
 5. Теплотехнический расчет варочной части стекловаренной печи.
 6. Определение технико-экономических показателей работы стекловаренной печи.
 7. Расчет устройства для утилизации теплоты отходящих газов.
 8. Аэродинамический расчет стекловаренной печи.
- Заключение.
Библиография.

2. Расчетно-пояснительная записка проекта печи для обжига керамических материалов должна иметь следующее содержание:

Введение.

1. Обоснование выбора типа печи и описание характерных узлов конструкции, современных технических решений, параметров процесса стекловарения.
 2. Расчет материального баланса процесса обжига.
 3. Теплотехнические расчеты.
 4. Расчет горения топлива.
 5. Определение производительности или длины печи.
 6. Тепловой баланс зон обжига печи.
 7. Аэродинамический расчет печи для обжига керамических материалов и изделий.
 8. Подбор вентилятора.
- Заключение.
Библиография.

Задание на курсовой проект выдается преподавателем на специальном бланке. Для исключения плагиата материалов из ранее выполненных проектов, преподавателем формулируются дополнительные индивидуальные данные для расчетной и графической части, например, детализировка отдельных узлов и конструкций в виде эскизов, плакатов перспективных конструкций печей зарубежных фирм и т.п.

Примеры тем и индивидуальных данных выглядят следующим образом:

«Проект ванной стекловаренной печи с поперечным направлением пламени для производства флоат-стекла. Индивидуальные данные. Производительность - 430 т/сут. Топливо – природный газ Ставропольского месторождения. Удельный съем - 1600 кг/м²сут. Температура нагрева воздуха - 1150°С. Коэффициент избытка воздуха – 1,18. Предусмотреть использование ДЭП».

«Проект туннельной печи для обжига керамического кирпича. Производительность 25 млн. шт. условного кирпича в год. Топливо – природный газ Про-

мысловского месторождения. Температура обжига – 1050°C. Сырье – глина Быковского месторождения 100%».

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

5.1.1. Компетенция ПК-2. Способен обеспечивать проведение технологии формообразования и обработку изделий в соответствии с технической документацией.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
Организовывает процессы термической обработки материалов и подготовку расплавов к формованию изделий, оптимизирует технико-экономические показатели теплотехнического оборудования на стадии проектирования и эксплуатации	Экзамен, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, контрольные работы по темам практических занятий.

5.1.2. Компетенция ПК-3. Способен организовывать и проводить контроль технологической дисциплины при реализации технологического процесса и проверку качества производимой продукции в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
Организовывает контроль работы тепловых агрегатов и реализовывает поставленные конструктивные задачи технологического процесса.	Экзамен, дифференцированный зачет при защите курсового проекта, контрольные работы по темам практических занятий.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие сведения о значении тепловой обработки в производстве стекла.	Термины и определения дисциплины. Виды тепловой обработки, их роль в технологии. Виды энергии. Источники генерации тепла.
2	Физико-химические и тепловые процессы,	Фазовые и химические превращения при варке стекла, глазурей и эмалей.

	протекающие при варке стекла.	Стадии процесса стекловарения. Условия интенсификации протекания процессов на каждой стадии.
3	История и развитие конструкций печей для производства стекла	Основные этапы развития конструкций горшковых и ваннных стекловаренных печей. Первые печи для отжига стеклоизделий. Первые конструкции рекуперативных и регенеративных стекловаренных печей. Конструкция ванной печи Ф. Симменса.
4	Классификация печей для производства стекла.	Классификация печей по технологическому назначению. Классификация стекловаренных печей: по конструкции, режиму работы, производительности, виду генерации тепла, виду и конструкции теплообменных устройств.
5	Устройство пламенных и электрических ваннных стекловаренных печей	Конструктивные элементы пламенных стекловаренных печей: дно, стены бассейна, загрузочные карманы, стены пламенного пространства, горелки, свод.
6	Материалы для сооружения стекловаренных печей	Характеристика и свойства огнеупорных и теплоизоляционных материалов. Рациональный выбор огнеупоров и теплоизоляционных материалов для сооружения элементов конструкции стекловаренных печей. Фундаменты, металлический каркас и вспомогательное оборудование стекловаренных печей.
7	Способы генерации тепла в стекловаренных печах.	Теплогенерация сжиганием природного газа. Классификация природных газов. Физико-химические основы процесса горения и реакции, протекающие при сжигании топлива. Теплота сгорания топлива. Температура горения топлива. Виды температур горения топлива. Электрический обогрев стекловаренных печей. Комбинированный способ отопления стекловаренных печей. Устройство систем предварительного смешивания топлива с воздухом. Особенности процесса «кислородного» сжигания топлива.
8	Факельное сжигание топлива. Горелки для сжигания топлива в стекловаренных печах.	Структура факела пламени. Методы сжигания топлива. Устойчивость факела пламени в пространстве. Критерий устойчивости. Ламинарный и турбулентный режим факела пламени. Требования, предъявляемые к горелкам. Принципы работы горелок. Диффузионные и кинетические газовые горелки: устройство, преимущества и недостатки.
9	Теплотехнические процессы, протекающие в стекловаренных печах.	Теплообмен в стекловаренных печах. Внутренний и внешний теплообмен. Конвективный, радиационный режимы теплообмена и теплообмен теплопроводностью. Особенности теплообмена в стекловаренных печах различных конструкций. Теплообмен в шихте и стекломассе. Оптимизация процессов теплообмена. Тепловой баланс печи. Структура теплового баланса стекловаренных печей. Коэффициент полезного действия, удельная и общая производительности, удельный расход условного топлива. Оптимизация теплового баланса и технико-экономических показателей стекловаренных печей различных конструкций.

10	Движение расплава стекла в бассейне стекловаренных печей.	Причины, вызывающие движение стекломассы. Эпюры скоростей и давлений по глубине бассейна. Коэффициент потока. Конвективные потоки стекломассы. Причины возникновения потоков. Схемы потоков в печах различных конструкций. Влияние профиля дна и разделительных устройств по дну бассейна печи на характер движения стекломассы. Принцип работы систем барботажа и глубинного «осветления» стекломассы.
11	Движение газов в стекловаренных печах.	Источники возникновения движения газов в стекловаренных печах. Схема аэродинамической работы стекловаренной печи. Потери энергии при движении газов в стекловаренных печах. Аэродинамические сопротивления и их расчет. Естественное и принудительное движение газов. Определение напора, создаваемого регенератором и расчет дымовой трубы.
12	Особенности варки стекол в печах периодического и непрерывного действия	Устройство горшковых стекловаренных печей. Характеристика процесса стекловарения в горшковых стекловаренных печах. Техничко-экономические показатели процесса стекловарения в горшковых печах. Характеристика процесса стекловарения в ваннных стекловаренных печах непрерывного действия. Техничко-экономические показатели работы ваннных стекловаренных печей. Диапазоны производительности. Области рационального применения горшковых и ваннных стекловаренных печей.
13	Утилизация тепла отходящих дымовых газов	Устройства для утилизации высокопотенциального тепла отходящих дымовых газов. Особенности тепловой работы и конструкции рекуператоров и регенераторов. Устройства для утилизации низкопотенциального тепла отходящих дымовых газов. Получение энергоносителей за счет тепловых ВЭР.
14	Организация и контроль работы стекловаренных печей	Факторы, определяющие эффективность процесса стекловарения. Тепловой режим стекловаренной печи, контроль управления тепловым режимом. Химический состав и давление газовой среды. Контроль и управление газовым режимом в рабочей камере стекловаренной печи. Контроль уровня стекломассы, в бассейне стекловаренной печи.
15	Практика эксплуатации стекловаренных печей	Сооружение стекловаренных печей. Аварийные ситуации, возникающие при эксплуатации. Ремонты стекловаренных печей. «Горячий» и «холодный» ремонт.
16	Перспективные конструкции стекловаренных печей	Особенности конструкции, способов генерации тепла, интенсификации теплообмена, систем утилизации тепла и решения вопросов вредного воздействия отходящих газов на окружающую среду в перспективных стекловаренных печах.

Вопросы на дифференцированный зачет (6 семестр):

1. Свойства топлива используемого для тепловой обработки керамических материалов. Физические характеристики видов топлива.
2. Предварительная тепловая обработка полуфабриката. Башенно-распылительные сушил-

- ки – особенности устройства. Циркуляция тепловых потоков.
3. Естественная и искусственная сушка. Процессы происходящие при сушке полуфабриката.
 4. Садка изделий на сушильные вагонетки.
 5. Сушилки: камерные, конвейерные, туннельные и щелевые. Достоинства и недостатки процесса сушки.
 6. Сушильный барабан для сушки сыпучих материалов. Особенности процесса сушки.
 7. Печи для обжига керамических изделий. История обжига керамических материалов.
 8. Камерные печи для мелкоштучных изделий (фарфора и фаянса).
 9. Кольцевые печи. Особенности садки и конструкции печи. Направление тепловых потоков в пламенном пространстве печи. Топливо Используемое для обжига в кольцевой печи.
 10. Щелевые печи для обжига мелкоштучных изделий. Обжиг керамической плитки. Устройство щелевой печи. Аэродинамический режим обжига в щелевой печи.
 11. Туннельные печи для обжига керамического кирпича. Размеры печей для обжига кирпича. Футеровочные материалы - особенности подбора. Температурный и аэродинамический режим.
 12. Туннельные печи для обжига санитарно-керамических изделий. Особенности садки изделий на печные вагонетки. Особенности аэродинамического режима.
 13. Вращающиеся печи. Особенности строения. Обжиг керамзитового гравия.
 14. Обжиг глины на шамот. Особенности режима термообработки. Аэродинамический режим.
 15. Туннельные печи для обжига огнеупорных материалов. Особенности устройства туннельных печей для обжига шамотных, dinasовых, периклазовых, доломитовых и др. огнеупорных материалов. Аэродинамический режим, тепловой режим обжига.
 16. Печи для получения технической керамики. Электродуговые печи. Режим обжига, футеровка, аэродинамический режим работы печи.
 17. Тепловой обмен в пламенном пространстве печи. Расход теплоты на протекающие процессы в материале при термообработке.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта

Для защиты курсового проекта обучающийся обязан предоставить следующие контрольные материалы: расчетно-пояснительную записку, оговоренного в задании объема и содержания и чертежа формата А1.

Защита курсового проекта происходит представлением в докладе основных результатов расчетной и графической частей проекта, пояснением чертежей печи, выполненных в соответствии заданию.

5.3. Перечень заданий для контрольных работ по темам практических занятий для текущего контроля в семестре

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание типовых заданий
1.	Устройство пламенных и электрических	Выполнить расчет основных размеров стекловаренной печи. Выполнить расчет площадей ограждающих конструкций ра-

	ванных стекловаренных печей	бочей камеры стекловаренной печи
2.	Материалы для сооружения стекловаренных печей	Выбрать раскладку огнеупоров и теплоизоляционных материалов для сооружения ограждающих конструкций стекловаренной печи.
3	Способы генерации тепла для отопления стекловаренных печей	Выполнить расчет для определения количества воздуха, необходимого для сжигания газообразного топлива по элементарным уравнениям реакций. Выполнить расчет горения природного газа. Составить материальный баланс процесса горения. Определить теоретическую, калориметрическую и действительную температуру горения топлива.
4	Теплотехнические процессы, протекающие в стекловаренных печах	Выполнить расчет потерь тепла через ограждающие конструкции при различных вариантах теплоизоляции. Выполнить расчет прихода и расхода тепла в соответствии со статьями теплового баланса варочной части стекловаренной печи. Составить уравнение теплового баланса и определить секундный расход топлива Составить тепловой баланс варочной части стекловаренной печи. Рассчитать технико-экономические показатели работы стекловаренной печи.
5	Движение газов в стекловаренных печах.	Рассчитать плотность смеси дымовых газов определенного состава. Определить изменение объема и плотности газовых смесей при изменении температуры.
6	Организация работы стекловаренных печей.	Нарисовать схему установки датчиков, обеспечивающих контроль заданного температурного режима стекловаренной печи. Нарисовать схему установки датчиков, обеспечивающих контроль заданного уровня стекломассы в стекловаренной печи Нарисовать схему установки датчиков, обеспечивающих контроль заданного давления в рабочей камере стекловаренной печи.
7	Перспективные конструкции стекловаренных печей	Разработка конфигурацию и выполнить эскиз стекловаренной печи для решения определенной задачи.
	Горение топлива	Расчет теплоты сгорания топлива различными методами.
	Тепловой обмен в пламенном пространстве печи.	Рассчитать коэффициент горения топлива и материальный баланс при термообработке керамических материалов и изделий
	Технологический расчет печей для обжига керамики	Расчет туннельной печи для обжига керамического кирпича или керамических камней; Расчет туннельной печи для обжига огнеупорных материалов; Расчет туннельной печи для обжига санитарно-технической

		керамики; Расчет шелевой печи для политого обжига; Расчет шелевой печи для утильного обжига; Расчет вращающейся печи.
	Тепловой обмен в пламенном пространстве печи	Расчет потерь тепла через футеровку печи, под вагонетки, с дымовыми газами; Выбор и обоснование температурного режима обжига.
	Аэродинамический расчет режима обжига	Расчет потери давления при обжиге керамических материалов; Подбор вентилятора или дымососа по расчетным продуктам горения топлива.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

	Критерий оценивания
Знания	Знание: - основ генерации тепла для реализации тепловых процессов в технологии стекла и керамики; - физико-химических и фазовых превращений, протекающих при варке стекла и обжиге керамики, виды теплообмена; - движения газов в пламенном пространстве печей; - движения расплава стекломассы в варочном бассейне печей; - классификации, устройства, особенностей теплогенерации, теплообмена, движения газов и получения вторичных энергоресурсов в различных конструкциях печей для производства стекла и керамики.
	Знание: - основ управления процессами, сопровождающими тепловую обработку смесей сырьевых материалов; - принципа действия и устройства оборудования для контроля режима работы теплотехнических агрегатов.
Умения	Умение: - определить геометрические размеры тепловых агрегатов (печей); - выполнить расчет горения топлива; - выполнить теплотехнический расчет тепловых агрегатов (печей); - выполнить аэродинамический расчет тепловых агрегатов
	Умение производить выбор оборудования для контроля теплового и газового режима теплотехнических агрегатов.
Навыки	Владение: - способностью выбрать рациональную конструкцию теплового агрегата, способного осуществить заданные технологические процессы, обеспечивающие получение качественной продукции; - навыками проектирования и комплексной оценкой технико-экономической эффективности тепловых агрегатов (печей), предназна-

	ченных для выпуска конкретной продукции из стекла и керамики.
	Владение основами производственного мониторинга работы теплотехнических агрегатов.

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 основ генерации тепла для реализации тепловых процессов в технологии стекла и керамики; физико-химических и фазовых превращений, протекающих при варке стекла и обжиге керамики, виды теплообмена, движения газов в пламенном пространстве и движения расплава в варочном бассейне печей и получения вторичных энергоресурсов	Не знает понятия основ генерации тепла, физико-химических и фазовых превращений, протекающих при варке стекла и обжиге керамики, виды теплообмена, движения газов в пламенном пространстве и движения расплава в варочном бассейне печей и получения вторичных энергоресурсов	Знает понятия основ генерации тепла, физико-химических и фазовых превращений, протекающих при варке стекла и обжиге керамики, виды теплообмена, движения газов в пламенном пространстве и движения расплава в варочном бассейне печей и получения вторичных энергоресурсов, но затрудняется с ответами на дополнительные вопросы.	Знает понятия основ генерации тепла, физико-химических и фазовых превращений, протекающих при варке стекла и обжиге керамики, виды теплообмена, движения газов в пламенном пространстве и движения расплава в варочном бассейне печей и получения вторичных энергоресурсов. Отвечает на дополнительные вопросы с незначительными неточностями	Знает понятия основ генерации тепла, физико-химических и фазовых превращений, протекающих при варке стекла и обжиге керамики, виды теплообмена, движения газов в пламенном пространстве и движения расплава в варочном бассейне печей и получения вторичных энергоресурсов. Уверенно и исчерпывающе отвечает на поставленные основные и дополнительные вопросы.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5

Умение определить геометрические размеры тепловых агрегатов (печей), выполнить расчеты горения топлива, теплотехнический и аэродинамический расчет тепловых агрегатов (печей).	Не умеет правильно определить геометрические размеры тепловых агрегатов (печей), выполнить расчеты горения топлива, теплотехнический и аэродинамический расчет тепловых агрегатов (печей).	Умеет определить геометрические размеры тепловых агрегатов (печей), выполнить расчеты горения топлива, теплотехнический и аэродинамический расчет тепловых агрегатов (печей), но допускает некоторые ошибки в расчетах.	Умеет определить геометрические размеры тепловых агрегатов (печей), выполнить расчеты горения топлива, теплотехнический и аэродинамический расчет тепловых агрегатов (печей), но допускает незначительные неточности в расчетах.	Умеет определить геометрические размеры тепловых агрегатов (печей), выполнить расчеты горения топлива, теплотехнический и аэродинамический расчет тепловых агрегатов (печей). Все расчеты выполнены с высокой точностью.
Умение производить выбор оборудования для контроля режима работы теплотехнических агрегатов.	Не умеет правильно выбрать оборудование для контроля режима работы теплотехнических агрегатов. Не может определить схему расстановки оборудования контроля.	Умеет правильно выбрать оборудование для контроля режима работы теплотехнических агрегатов, но допускает некоторые ошибки в выборе схемы расстановки оборудования контроля.	Умеет правильно выбрать оборудование для контроля режима работы теплотехнических агрегатов, но допускает незначительные неточности в выборе схемы расстановки оборудования контроля.	Умеет правильно выбрать оборудование для контроля режима работы теплотехнических агрегатов. Уверенно и точно определяет схему расстановки оборудования контроля.

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Обладает способностью выбрать рациональную конструкцию теплового агрегата, обеспечивающего получение качественной продукции, навыками проектирования и комплексной оценкой технико-экономической эффективности тепловых агрегатов (печей), предназначенных для выпуска конкретной продукции из стекла и керамики.	Не может выбрать рациональную конструкцию теплового агрегата, обеспечивающего получение качественной продукции, спроектировать и комплексно оценить технико-экономическую эффективность теплотехнического агрегата для производства продукции из стекла и керамики.	Способен выбрать рациональную конструкцию теплового агрегата, обеспечивающего получение качественной продукции, но проектирование и комплексная оценка технико-экономической эффективности теплотехнического агрегата для производства продукции из стекла и керамики производится с определенными ошибками.	Правильно выбирает рациональную конструкцию теплового агрегата, обеспечивающего получение качественной продукции, но проектирование и комплексная оценка технико-экономическую эффективность теплотехнического агрегата для производства продукции из стекла и керамики производится с некоторыми неточностями.	Правильно выбирает рациональную конструкцию теплового агрегата, обеспечивающего получение качественной продукции, проектирование и комплексная оценка технико-экономическую эффективность теплотехнического агрегата для производства продукции из стекла и керамики производится грамотно.

Владение основами производственного мониторинга работы теплотехнических агрегатов.	Не владеет базовыми представлениями производственного мониторинга работы теплотехнических агрегатов.	Владеет базовыми представлениями основ производственного мониторинга работы теплотехнических агрегатов, но не способен грамотно охарактеризовать процессы контроля работы теплотехнического оборудования	Владеет базовыми представлениями основ производственного мониторинга работы теплотехнических агрегатов, способен охарактеризовать процессы контроля работы теплотехнического оборудования с незначительными неточностями	Владеет базовыми представлениями основ производственного мониторинга работы теплотехнических агрегатов, способен грамотно и исчерпывающе охарактеризовать процессы контроля работы теплотехнического оборудования.
--	--	--	--	--

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	УК2 230 Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий	Специализированная мебель, мультимедийный комплекс (ЭВМ, мультимедиапроектор, акустическая система)
2	УК2 127 Лекционная аудитория	Специализированная мебель, мультимедийный комплекс (ЭВМ, мультимедиапроектор, акустическая система)
3	УК126 Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работ	Специализированная мебель, мультимедийный комплекс (ЭВМ, мультимедиапроектор, акустическая система)
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор по-

		ставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Дзюзер В. Я. Теплотехника и тепловая работа печей : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров "Стр-во" всех форм обучения / В. Я. Дзюзер. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2016. 383 с.
2. Гущин С. Н. Теплотехника стекловаренных печей : учеб. для вузов . Екатеринбург : УГТУ, 1998. 176 с .
3. Волгина, Ю. М. Теплотехническое оборудование стекольных заводов : учебник для техникумов / Ю. М. Волгина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1982. 276 с.
4. Севастьянов Р. И. Электрическая варка стекла / Р. И. Севастьянов. - Москва: Издатель И. В. Балабанов, 2012. 117 с.
5. Роговой М. И., Кондакова М. Н., Сагановский М. Н. Расчеты и задачи по теплотехническому оборудованию предприятий промышленности строительных материалов : учеб. пособие для техникумов / М. И. Роговой, - М. : Стройиздат, 1975. 320 с.
6. Стекловаренная печь: Учебное пособие/В.А. Кузнецов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. -72 с.
7. Левченко П.В. Расчеты печей и сушил силикатной промышленности. М.: Высшая школа, 1968. – 368 с.
8. Тепловые расчеты печей и сушилок силикатной промышленности : учеб. пособие для вузов / ред.: Д. Б. Гинзбург, В. Н. Зимин. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1964. - 496 с
9. Теплотехнический расчет варочной части стекловаренной печи [Электронный ресурс] : метод. указания к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине "Технология стекла и ситаллов" для студентов специально-

- сти 0831 / сост. В. П. Крохин. - Белгород : БелГТАСМ, 1981. - 22 с., 1 эл. опт. диск (CD-ROM)
10. Тепловые и массообменные процессы [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению лаб. работ по дисциплине - Процессы и аппараты хим. технологии для студентов, обучающихся по направлению бакалавриата 240100 - Хим. технология / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. прикладной химии ; сост.: Л. И. Яшуркаева, О. В. Луценко, С. В. Алексеев. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. - 1 эл. опт. диск (CD-RW).
 11. Тепловые процессы и агрегаты в технологии керамических, силикатных и тугоплавких неметаллических материалов [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению курсового проекта для студентов направления 240100.62- Хим. технология, профиль подготовки 240100.62-01-Хим. технология неметал. и силикат. материалов / БГТУ им. В. Г. Шухова, каф. технологии стекла и керамики ; сост.: Т. С. Руденко, Н. С. Бельмаз. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM)
 12. Печи для скоростного обжига керамических материалов : учеб.-практ. пособие для студентов специальности 25 08 04 / Т. С. Руденко. - Белгород : БелГТАСМ, 2002. - 62 с.
 13. Гуляян Ю.А. Технология стекла и стеклоизделий: учебник для средних специальных учебных заведений, систем профессионально-технического и производственного обучения. – Владимир: Транзит-Икс, 2003. – 480 с.

6.4. Перечень интернет-ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

Перечень
Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система Znanium [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://znanium.com/
Образовательная платформа Юрайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://urait.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, http://elibrary.ru
Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова, http://elib.bstu.ru/
Официальный сайт компании SORG. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.sorg.de/ru/
Официальный сайт компании ООО «Стекло-газ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.steklogas.ru/
Официальный сайт компании HORN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.hornglass.com
Официальный сайт компании ООО «Раял-М» [Электронный ресурс]. – Режим до-

ступа: <https://rayal26.ru/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой ТСК _____ Дороганов В.А.
подпись, ФИО

Директор ХТИ _____ Ястребинский Р.Н.
подпись, ФИО