

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 16 » февраля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Печи литейных цехов
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Машиностроение (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

формирование знаний в области изучения общих характеристик печного хозяйства как части технологического оборудования необходимого для реализации технологического процесса изготовления отливок.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- законы движения газов и организация их движения в рабочем пространстве печей и дымоходах;
- принципы генерации тепловой энергии в плавильных и термических печах, технологическое топливо: твердое, жидкое и газообразное, электроэнергия;
- теплопередача в печах, нагрев и плавление тел, тепловой баланс печей;
- огнеупоры и теплоизоляционные материалы;
- конструкция и работа плавильных и термических печей;
- экологические проблемы эксплуатации литейных печей.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает методики проектирования технологических процессов изготовления печных агрегатов.	Знает методики проектирования технологических процессов изготовления изделий соответствующей отрасли машиностроения; принципы работы систем автоматизированного технологического проектирования; эксплуатационные документы используемой системы автоматизированного проектирования технологических процессов	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет читать сборочные чертежи и спецификации печного оборудования, оформленные в соответствии с требованиями ЕСКД.	Умеет использовать в работе средства автоматизации технологического проектирования, применяемые в организации; пользоваться нормативно-методической документацией и справочниками системы автоматизированного проектирования технологических процессов; читать чертежи деталей, сборочные чертежи и спецификации, оформленные в соответствии с требованиями ЕСКД	Дифференцированный зачет
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками проведения анализа и уточнения структуры технологических процессов изготовления изделий-представителей исходя из выбранного печного оборудования.	Владеет навыками проведения анализа и уточнения структуры технологических процессов изготовления изделий-представителей;	Дифференцированный зачет
ПК-2.5	ИД-1ПК-2.5	Знает основные виды плавильного и термического оборудования, применяемого в заготовительном производстве, принципы его работы и характеристики; сведения об имеющемся на предприятии печного оборудования; нормативы расхода сырья, материалов, топлива и энергии необходимых для работы печей	Знает основные виды технологического оборудования, применяемого в заготовительном производстве, принципы его работы, характеристики; сведения об имеющемся на предприятии оборудовании; нормативы расхода сырья, материалов, топлива, энергии	Дифференцированный зачет
ПК-2.5	ИД-2ПК-2.5	Умеет оформлять техническую документацию по необходимому ремонту печных агрегатов.	Умеет оформлять техническую документацию; составлять различные планы	Дифференцированный зачет
ПК-2.5	ИД-3ПК-2.5	Владеет навыками расчета производственных мощностей печного	Владеет навыками составления планов размещения оборудования в заготовительных цехах;	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		оборудования и составления планов размещения оборудования в литейном цеху.	расчета производственных мощностей и загрузки оборудования	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				
Законы теплопередачи и движение газов в печах	4	0	10	24
Законы теплопередачи и тепломассоперенос в печных агрегатах. Движение печных газов в рабочей камере, конструирование печей с учетом характера движения газов. Экологические характеристики печей литейных цехов.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Материалы и элементы конструкций печей	4	0	12	24
Огнеупоры, второстепенные огнеупорные материалы, арматура и пр., элементы конструкций печного пространства, топливосжигающие устройства и топливо печей литейного производства.				
Конструкции печей	8	18	14	24
Топливные ванны отражательные печи, тигельные печи, шахтные печи. Электрические дуговые печи, индукционные печи, печи сопротивления, плазменные печи, электронно-лучевые печи.				
ИТОГО по 5-му семестру	16	18	36	72
ИТОГО по дисциплине	16	18	36	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Тепломассоперенос в печах
2	Конструирование печей с учетом характера движения газов
3	Топливо для печей литейного производства и его характеристики
4	Топливосжигающие устройства и методы стабилизации горения
5	Шахтные топливные плавильные печи, особенности их конструкций и работы
6	Особенности конструкций и работы дуговых плавильных печей
7	Особенности конструкций и работы индукционных печей
8	Особенности конструкций и работы печей сопротивления

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Теоретическое исследование коксовой вагранки
2	Теоретическое исследование дуговой печи
3	Расчет основного электрооборудования индукционной печи
4	Исследование устройства электрической печи сопротивления

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Маляров А. И. Печи литейных цехов : учебное пособие для вузов / А. И. Маляров. - Москва: Машиностроение, 2014.	6
2	Михайлов Д. П. Печи литейных цехов : учебное пособие / Д. П. Михайлов, А. Н. Болдин, А. Н. Граблев. - Старый Оскол: ТНТ, 2017.	4

3	Цаплин А. И. Теплофизика в металлургии : учебное пособие / А. И. Цаплин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	34
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Колмогоров Г. Л. Нагрев и нагревательные устройства : учебно-методическое пособие / Г. Л. Колмогоров. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	30
2.2. Периодические издания		
1	Литейное производство : международный научно-технический журнал / Ассоциация литейщиков Украины; Белорусская ассоциация литейщиков; Российская ассоциация литейщиков; Союз литейщиков С.-Петербурга; Камаз-Металлургия; Московский автомобильный завод им. И. А. Лихачёва; АвтоВАЗ. - Москва: Союз-Литье, 1930 - .	
2	Литейщик России : научно-технический журнал / Российская ассоциация литейщиков. - Москва: Рос. ассоц. литейщиков, 2002 - .	
3	Новые огнеупоры : научно-технический и производственный журнал / Международный союз металлургов; Интермет Инжиниринг. - Москва: Интермет Инжиниринг, 2002 - .	
4	Огнеупоры и техническая керамика : международный научно-технический и производственный журнал / Меттекс. - Москва: Меттекс, 1933 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Маляров А. И. Печи литейных цехов : учебное пособие для вузов / А. И. Маляров. - Москва: Машиностроение, 2014.	https://e.lanbook.com/book/63260	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Цаплин А. И. Теплофизика в металлургии : учебное пособие / А. И. Цаплин. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2776	локальная сеть; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Колмогоров Г. Л. Нагрев и нагревательные устройства	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2776	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	https://dvs.rsl.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	доска маркерная	1
Лабораторная работа	компьютер	1
Лабораторная работа	проектор	1
Лекция	доска маркерная	1
Лекция	компьютер	1
Лекция	проектор	1
Практическое занятие	доска маркерная	1
Практическое занятие	компьютер	1
Практическое занятие	проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Печи литейных цехов»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования –
программа академического бакалавриата

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение

**Направленность (профиль)
образовательной программы:** Компьютерное проектирование и автоматизация
литейного производства

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Инновационные технологии машиностроения

Форма обучения: Очная

Курс: 3

Семестр: 5

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Виды промежуточного контроля:

Дифференцированный зачет: 5 семестр

Пермь 2022

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «**Печи литейных цехов**» и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины «**Печи литейных цехов**», утвержденной «19» ноября 2020 г.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.В.05 «Печи литейных цехов» участвует в формировании двух компетенций: ПК-2.1 и ПК-2.5. В рамках учебного плана образовательной программы на этапе освоения данной учебной дисциплины формируется следующая дисциплинарная часть компетенции (табл. 1.1).

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (5-го семестра базового учебного плана) и разбито на 3 раздела. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным и практическим работам, а также дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ЛР	ПР	РК	Дифференцированный зачет
Усвоенные знания				
3.1 Знает методики проектирования технологических процессов изготовления печных агрегатов	ОЛР	ОПЗ	РКР	ТВ
3.2 Знает основные виды плавильного и термического оборудования, применяемого в заготовительном производстве, принципы его работы и характеристики; сведения об имеющемся на предприятии	ОЛР	ОПЗ	РКР	

печного оборудования; нормативы расхода сырья, материалов, топлива и энергии необходимых для работы печей				
Освоенные умения				
У.1 Умеет читать сборочные чертежи и спецификации печного оборудования, оформленные в соответствии с требованиями ЕСКД	ОЛР	ОПЗ	РКР	ЛР
У.2 Умеет оформлять техническую документацию по необходимому ремонту печных агрегатов	ОЛР	ОПЗ	РКР	
Приобретенные владения				
В.1 Владеет навыками проведения анализа и уточнения структуры технологических процессов изготовления изделий- представителей исходя из выбранного печного оборудования			ИКЗ	КЗ
В.2 Владеет навыками расчета производственных мощностей печного оборудования и составления планов размещения оборудования в литейном цеху			ИКЗ	

ОПЗ – отчет по практическому занятию;

ОЛР – отчет по лабораторной работе;

РКР – рубежная контрольная работа;

КП – курсовой проект;

ИКЗ – индивидуальные комплексные задания;

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

По темам, имеющим большую теоретическую нагрузку для контроля знаний (табл. 1.1) проводятся контрольные работы. Качество и полнота ответов на вопросы оценивается по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и

учитывается в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме рубежных контрольных работ.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 4 лабораторных работы. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.2.2. Защита практических работ

Всего запланировано 8 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.2.3. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных разделов дисциплины. Первая КР по разделу 1 «Теплопередача и движение газов в печах», вторая КР – по разделу 2 «Материалы и элементы конструкций печей», третья КР – по разделу 3 «Конструкции печей».

Типовые вопросы первой КР:

1. Теплопередача теплопроводностью.
2. Теплопередача конвекцией.
3. Теплопередача излучением.
4. Тепловая работа печей.
5. Устройства для организации естественного движения газов.
6. Устройства для принудительного движения газов.

Типовые вопросы второй КР:

1. Классификация огнеупорных материалов.
2. Основные теплоизоляционные материалы.
3. Основные элементы конструкции плавильных печей.
4. Основные виды применяемого литейном в производстве топлива.
5. Топливосжигающие устройства.
6. Способы стабилизации факела.

Типовые вопросы третьей КР:

1. Определение вагранки.
2. Назначение рекуператора.

3. Области применения ваннных печей.
4. Области применения тигельных печей.
5. Методы преобразования электрического тока в тепловую энергию.
6. Классификация дуговых печей.
7. Классификация индукционных печей.
8. Средства и способы улавливания пыли.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных и практических работ, а также положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета по дисциплине. Зачет выставляется по результатам текущего и рубежного контроля с использованием типовой шкалы и критериев оценивания, приведенной в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Классификация печей литейного производства.
2. Элементы конструкции печного пространства. Материалы для сооружения печей.
3. Огнеупоры. Требования к огнеупорным материалам. Выбор огнеупорных материалов в зависимости от типа металлургического процесса. Свойства огнеупоров и методы их испытаний.
4. Кремнеземистые, алюмосиликатные, магнезиальные и магнезиально-известковые огнеупоры. Особенности их свойств и области применения.
5. Топливо. Требования предъявляемые к топливам. Основные виды топлива и их характеристика. Химический состав и «тепловые» характеристики топлив.
6. Процессы горения топлива. Кинетический и диффузионный режим горения. Воспламенение. Фронт горения. Структура факела.
7. Топливосжигающие устройства. Форсунки высокого и низкого давления для сжигания жидкого топлива. Газовые горелки с предварительным смешением газа и воздуха и без предварительного смешения. Способы стабилизации факела.

Типовые комплексные задания для контроля освоенных умений и контроля приобретенных владений представлен в приложении 1. *Полный перечень практических заданий хранится на выпускающей кафедре.*

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в комплексном задании дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

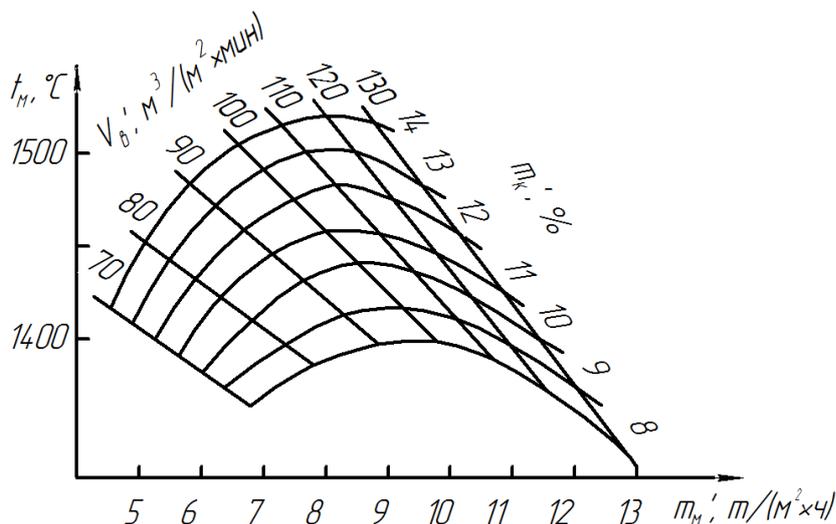
Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС бакалаврской программы.

Типовые комплексные задания для проверки умений и владений

1. При помощи номограмм Паттерсона определить какое количество кокса необходимо загрузить в печь и какой объем воздуха в нее подать, если известна ее удельная производительность, равная $6 \text{ т}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, а температура выпускаемого чугуна равна $1450 \text{ }^\circ\text{С}$.



Номограмма взаимосвязи основных показателей работы вагранки (номограмм Паттерсона)

2. Рассчитать диаметр и полезную высоту вагранки по следующим данным. Производительность вагранки 20 т/ч , удельная производительность $9 \text{ т}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.

3. Предложите метод предотвращения обрыва пламени факела для тигельной печи.