

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Автомобильное отделение



**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора  
по образовательной деятельности  
НЧИ КФУ

Ахметов Н.Д.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Программа дисциплины**

Плавильные и термические агрегаты

Направление подготовки: 15.03.01 - Машиностроение

Профиль подготовки: Машины и технология литейного производства

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший преподаватель, б/с Шутова Л.А. (Кафедра машиностроения, Автомобильное отделение), LASHutova@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-15	умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК-26	умением составлять заявки на оборудование и запасные части, подготавливать техническую документацию на ремонт оборудования

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методы оценки технического состояния нагревательного оборудования, правила профилактических осмотров и текущих ремонтов технологического оборудования, включая нагревательные устройства;
- требования к составлению заявок на оборудование и запасные части для нагревательных устройств, требования нормативных документов к оформлению технической документации на ремонт нагревательного оборудования

Должен уметь:

- проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического термического оборудования на практике, организовывать проведение профилактического осмотра и текущего ремонта термического оборудования;
- составлять заявки на оборудование и запасные части, включая нагревательные элементы печей, индукторы и др., подготавливать техническую документацию, включая чертежи общего вида печей, детализировку, чертежи нагревательных элементов и др.

Должен владеть:

- навыками проверки технического состояния и оценки остаточного ресурса нагревательных устройств;
- навыками организации профилактического осмотра и текущего ремонта термического оборудования, применяемого в машиностроении, навыками подготовки технической документации, включая технологические карты нагрева и термической обработки и заявки на оборудование и запасные части печей.

Должен демонстрировать способность и готовность:

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- принципы генерации тепла;
- процесс передачи теплоты;
- современное энергетическое оборудование в литейных цехах;

уметь:

- обосновывать оптимальный технологический процесс плавки сплавов;
- выбирать необходимые типы энергетического оборудования для различных этапов технологического процесса и рассчитывать его параметры;
- выбирать огнеупорные материалы и проводить комплексный анализ экономической целесообразности намеченных мероприятий с учетом выполнения требований техники безопасности и охраны труда;

владеть навыками:

- организации технологического процесса плавки;
- расчета печей литейного производства;
- работы с ЭВМ по оптимизации процессов плавки;
- навыками представления результатов аналитической и исследовательской работы в виде выступления, доклада, презентации.

Демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания и умения на практике.

Демонстрировать способность и готовность применять полученные знания на практике.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.01 "Машиностроение (Машины и технология литейного производства)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции - 24 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 48 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 144 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. . Классификация печей литейного производства.	8	4	0	8	30
2.	Тема 2. Генерация теплоты в печах. Виды топлива. Теплота сгорания топлива	8	4	0	8	30
3.	Тема 3. Генерация теплоты путем использования электроэнергии. Дуговые и индукционные печи в литейном производстве	8	4	0	8	30
4.	Тема 4. Механика движения печных газов. Тепловой баланс печей. Определение расхода топлива	8	4	0	8	30
5.	Тема 5. Основы теории теплопередачи. Передача теплоты конвекцией, излучением, теплопроводностью	8	4	0	8	12
6.	Тема 6. Конструкция и рабочие процессы печей литейных цехов	8	4	0	8	12
	Итого		24	0	48	144

### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

#### Тема 1. . Классификация печей литейного производства.

Распределение печей по назначению. Параметры энерготехнических процессов. Классификаций печей по принципу и способу генерации теплоты, конструкции и особенностям технологического процесса. Топливные и электрические печи. Устройство сушильных печей. Устройство, термических печей и режимы термообработки отливок. Плавильные печи пламенные, индукционные и дуговые. Печи для плавки тугоплавких сплавов.

Печи для плавки медных и никелевых сплавов.

Особенности конструкций печей. Специальные электрометаллургические плавильные агрегаты. Огнеупорные материалы, применяемые для плавки медных и никелевых сплавов. Устройства для рафинирования и флюсы. Оборудование для разливки

#### Тема 2. Генерация теплоты в печах. Виды топлива. Теплота сгорания топлива

Определение понятия топливо. Классификация и характеристики топлива. Твердое топливо. Естественные твердые топлива. Способы получения искусственного твердого топлива. Жидкие и газообразные топлива. Мазут. Газообразные топлива с высокой и низкой теплотворной способностью. Искусственные газообразные топлива. Особенности сжигания газа в литейных печах. Понятия о высшей и низшей теплотворной способности топлива, о теоретическом количестве воздуха, необходимого для горения топлива, коэффициенте избытка. Понятия о температуре продуктов горения, пирометрическом коэффициенте, условном топливе. Подогрев воздуха и обогащение его кислородом как факторы, обуславливающие повышение теплосодержания и температуры продуктов горения. Горение топлива и его расчет. Горючесть и реакционная способность. Определение теплотворной способности топлива опытным и расчетным путем. Количество и теплосодержание продуктов горения.

### **Тема 3. Генерация теплоты путем использования электроэнергии. Дуговые и индукционные печи в литейном производстве**

Классификация способов генерации теплоты путем использования электроэнергии. Методы, основанные на выделении теплоты за счет электросопротивления (прямой, косвенный нагрев, коаксиальный метод, нагрев сопротивлением соляной и шлаковой ванны). Индукционные способы и их реализация. Использование дугового разряда для прямого и косвенного нагрева. Плазменно-дуговой способ. Электронно-лучевой способ преобразования электрической энергии в тепловую.

### **Тема 4. Механика движения печных газов. Тепловой баланс печей. Определение расхода топлива**

Движение газов в печах. Основные понятия статики и динамики газов. Понятия о геометрическом, пьезометрическом и динамическом напорах, о потерях напора на сопротивление. Уравнение Бернулли для нереальных и реальных газов. Переход одного вида напора в другой. Давление газов под действием динамического напора форсунок и горелки. Сопротивление движению газов в печах. Расчет сопротивлений движению газов в печах. Расчет дымовой трубы. Конструирование печей с учетом траектории движения газов. Теория подобия и моделирования печей. Причины, побуждающие движение газов. Особенности конструирования печей с учетом траектории движения газов. Настильность пламени. Направление потока газов при естественном движении, при принудительном движении. Нагнетательные и отсасывающие вентиляторы. Тяга непрямого действия. Комбинированная тяга.

### **Тема 5. Основы теории теплопередачи. Передача теплоты конвекцией, излучением, теплопроводностью**

Способы передачи тепла. Основы теплопередачи в печах. Понятия и определения. Молекулярная теплопроводность. Понятие о нестационарном и стационарном тепловом режиме. Передача теплоты теплопроводностью. Закон Фурье. Передача теплоты через плоскую стенку. Передача тепла через цилиндрическую стенку.

Расчет приходной части теплового баланса. Расчет тепла экзотермических реакций. Расчет потерь тепла при плавке. Потери тепла через футеровку

### **Тема 6. Конструкция и рабочие процессы печей литейных цехов**

Элементы конструкций печей и топок, фундаменты печей. Арматура. Рабочее пространство печи (стенды, своды, подины, борозы, дымовые трубы, рабочие окна). Конструкция температурных швов. Классификация топок. Топочная камера и ее конструкция. Топки для разных видов топлива. Вентиляторы и дымососы. Устройства для сжигания жидкого топлива. Устройства для сжигания газового топлива. Выбор горелок. Элементы расчета и проектирования дуговых и индукционных печей

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

**6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

**6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 8</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		
1	Курсовая работа по дисциплине	ПК-26 , ПК-15	2. Генерация теплоты в печах. Виды топлива. Теплота сгорания топлива 3. Генерация теплоты путем использования электроэнергии. Дуговые и индукционные печи в литейном производстве 4. Механика движения печных газов. Тепловой баланс печей. Определение расхода топлива 6. Конструкция и рабочие процессы печей литейных цехов
2	Лабораторные работы	ПК-15 , ПК-26	1. . Классификация печей литейного производства. 2. Генерация теплоты в печах. Виды топлива. Теплота сгорания топлива 4. Механика движения печных газов. Тепловой баланс печей. Определение расхода топлива 5. Основы теории теплопередачи. Передача теплоты конвекцией, излучением, теплопроводностью
3	Устный опрос	ПК-26 , ПК-15	1. . Классификация печей литейного производства. 2. Генерация теплоты в печах. Виды топлива. Теплота сгорания топлива 3. Генерация теплоты путем использования электроэнергии. Дуговые и индукционные печи в литейном производстве 4. Механика движения печных газов. Тепловой баланс печей. Определение расхода топлива 5. Основы теории теплопередачи. Передача теплоты конвекцией, излучением, теплопроводностью 6. Конструкция и рабочие процессы печей литейных цехов
4	Презентация	ПК-15 , ПК-26	2. Генерация теплоты в печах. Виды топлива. Теплота сгорания топлива 3. Генерация теплоты путем использования электроэнергии. Дуговые и индукционные печи в литейном производстве 4. Механика движения печных газов. Тепловой баланс печей. Определение расхода топлива 6. Конструкция и рабочие процессы печей литейных цехов
	<b>Зачет</b>	ПК-15, ПК-26	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 8</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.	Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	1
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	2
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Презентация	Превосходный уровень владения материалом. Высокий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения полностью соответствуют задачам презентации. Используются надлежащие источники и методы.	Хороший уровень владения материалом. Средний уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения в основном соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы в основном соответствуют поставленным задачам.	Удовлетворительный уровень владения материалом. Низкий уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения слабо соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы частично соответствуют поставленным задачам.	Неудовлетворительный уровень владения материалом. Неудовлетворительный уровень доказательности, наглядности, качества преподнесения информации. Степень полноты раскрытия материала и использованные решения не соответствуют задачам презентации. Используются источники и методы не соответствуют поставленным задачам.	4
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 8**

**Текущий контроль**

**1. Курсовая работа по дисциплине**

Темы 2, 3, 4, 6

Примерные темы курсовых работ:

1. Проект сталеплавильной электродуговой печи
2. Проект вагранки для дуплекс-процесса плавки
3. Проект индукционной печи для дуплекс-процесса
4. Проект индукционной плавильной печи
5. Проект футеровки и системы охлаждения для индукционной печи
6. Проект печи для плавки чугуна
7. Проект электрической печи сопротивления для цветных сплавов
8. Расчет и проектирование индукционной установки для термообработки отливок
9. Расчет и проектирование муфельной печи для термообработки отливок
10. Проект дуговой плавильной печи для плавки чугуна

**2. Лабораторные работы**

Темы 1, 2, 4, 5

Лабораторная работа ♦ 1. Определение поверхностного и весового угара заготовок

Вопросы:

1. Окисление и обезуглероживание поверхности заготовок при термообработке
2. Способы защиты от окисления. Защитные среды
3. Потери металла в результате окисления

Лабораторная работа ♦ 2. Изучение конструкции печи сопротивления и составление уравнения теплового баланса.

Вопросы:



1. Кирпичная кладка, под, свод печи
2. Огнеупорные материалы для сводов и боковой кладки
3. Нагревательные элементы, форма и способы установки
4. Уравнение теплового баланса электрической печи сопротивления
5. Расчет продолжительности нагрева заготовок
6. Потери тепла в печах сопротивления

Лабораторная работа ♦ 3. Изучение конструкции тигельной индукционной печи и расчет системы охлаждения индуктора

Вопросы:

1. Применение тигельных индукционных печей в литейном производстве
2. Огнеупорные материалы для изготовления тиглей
3. Инструктирующий провод, требования к изоляции
4. Способы охлаждения индукторов
5. Методика расчета расхода воды для охлаждения индуктора
6. Материалы для изготовления индуктора и его изоляции. Критерии выбора материалов
7. Источники электроэнергии для питания индукционной печи

Лабораторная работа ♦ 4. Построение кривых нагрева и охлаждения образцов

1. Режимы термообработки отливок из различных сплавов
2. График нагрева и охлаждения. Время выдержки при различных режимах термообработки
3. Критические температуры и критические точки на графике нагрева и охлаждения образцов из сталей
4. Скорость охлаждения и ее влияние на структуру и свойства сталей после термообработки

### 3. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6

Тема 1. Признаки лежащие в основе классификаций плавильных и нагревательных печей.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как можно охарактеризовать виды энергии и способы ее использования для нагрева и плавки материалов?
2. По каким признакам проводится классификация плавильных и нагревательных печей?

Тема 2. Вагранка

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие огнеупорные материалы используются для футеровки вагранок?
2. Как проводятся мероприятия по защите окружающей среды в ходе эксплуатации вагранки?
3. Почему стенки коксовой вагранки поливают водой?

Тема 3. Дуговые электропечи.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каков принцип работы дуговых печей?
2. Что означает разделение дуговых печей на печи прямого и косвенного действия?
3. Какие шихтовые материалы используются при плавке чугуна в дуговых печах?

Тема 4. Индукционные печи.

Вопросы для самоконтроля:

1. На каких принципах работают индукционные печи?
2. Каковы особенности конструкций индукционных печей?
3. Какие огнеупорные материалы применяются для футеровки индукционных печей?

Тема 5. Плавка чугуна дуплекс-процессом.

Вопросы для самоконтроля:

1. Чем объясняется использование дуплекс-процесса при плавке чугуна?
2. Какие требования к футеровке печей предъявляются при плавке дуплекс-процессом?

Темы рефератов и докладов:

1. Плавильное оборудование для обеспечения плавки чугуна дуплекс-процессом.
2. Составы футеровок для печей, работающих по дуплекс-процессу.

Тема 6. Мартеновские печи.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каким образом обеспечивается подогрев дутья при работе мартеновской печи?
2. Как производится загрузка печи шихтовыми материалами и выпуск металла?
3. Каковы особенности конструкции мартеновской печи?

Темы рефератов и докладов:

1. Конструкции мартеновских печей в литейном производстве
2. Порядок работы мартеновской печи.

Тема 7. Конвертера в литейных цехах.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как устроен конвертер?
2. Каков порядок проведения плавки в конвертере?

Темы рефератов и докладов:

1. Конструкции конвертеров для плавки литейных сплавов.
2. Работа конвертера в литейном цехе.

Тема 8. Классификация печных агрегатов для плавки цветных сплавов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как классифицируют топливные и электрические печи?

Тема 9. Плавильные агрегаты для алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каковы особенности конструкций топливных и электрических печей, печей для хранения расплавов, используемых для плавки алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов?

Тема 10. Печи для плавки медных и никелевых сплавов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каковы особенности индукционных, дуговых печей и печей сопротивления, используемых для плавки медных сплавов?
2. В каких печах плавят никелевые сплавы?

Тема 11. Печи для получения тугоплавких сплавов.

Вопросы для самоконтроля:

1. На каких принципах работают печи для плавки тугоплавких сплавов?
2. Почему для плавки тугоплавких сплавов используют вакуумные печи?
3. Каковы особенности конструкции дуговых печей с расходуемым электродом?

Тема 12. Нагревательные печи.

Вопросы для самоконтроля:

1. Каковы особенности конструкций топливных и электрических нагревательных печей?
2. Как обеспечивается режим термообработки отливок в печах?
3. Какие футеровочные материалы используются в нагревательных печах?
4. Как получают экзогаз и эндогаз, для чего их используют?

Тема 13. Сушила.

1. В чем состоят отличия конструкций сушил для крупных средних и мелких стержней и форм?
2. Как обеспечивается циркуляция теплого воздуха в сушилах?

#### 4. Презентация

Темы 2, 3, 4, 6

Показ презентации по теме курсовой работы

#### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Операции литейного производства, требующие применения печей.
2. Параметры энергетических процессов.
3. Классификация печей литейных цехов.
4. Классификация электрических печей.
5. Элементы конструкции печей.
6. Устройство термических печей и режимы термообработки.
7. Плавильные печи пламенные, индукционные, дуговые.
8. Классификация и характеристики топлива.
9. Горючесть и реакционная способность.
10. Особенности сжигания газа в литейных печах.
11. Расчет горения топлива.
12. Горение жидкого и твердого топлива.
13. Процесс горения топлива.
14. Способы преобразования электрической энергии в тепловую.
15. Применение электроэнергии для интенсификации сжигания топлива.
16. Движение газов в печах.
17. Основные понятия статики и динами газов.
18. Сопротивление движению газов в печах.
19. Основные понятия теории подобия и моделирования движения газов
20. Уравнение Навье-Стокса.
21. Уравнение Бернулли.
22. Основы теплопередачи в печах.
23. Передача теплоты теплопроводностью.
24. Закон Фурье.
25. Передача теплоты через плоскую стенку.
26. Передача тепла при смешанных граничных условиях

27. Передача теплоты через цилиндрическую стенку
28. Конвективный теплообмен.
29. Теплопередача при поперечном обтекании труб.
30. Устройство термических печей и режимы термообработки отливок.
31. Теплообмен в печах.
32. Эффективность работы печей и основы энергосбережения.
33. Рекуперация и регенерация тепла, устройство рекуператоров.
34. Общая характеристика теплообмена в рекуператорах.
35. Расчет рекуператоров.
36. Материальные и тепловые балансы печей.
37. Общие принципы расчета балансов в вагранках и электропечах.
38. Огнеупоры и теплоизоляционные материалы.
39. Шамотные, диасовые, магнезитовые и высокоглиноземистые огнеупоры.
40. Выбор огнеупорных материалов для футеровки печей.
41. Горелки для сжигания газа.
42. Взаимодействие металла с атмосферой печи.
43. Обозначение нагревательных печей.
44. Эндогазовые и экзогазовые установки.
45. Законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана ?Больцмана, Кирхгофа, Ламберта).
46. Организация эксплуатации печей.
47. Электрооборудование дуговой печи.
48. Конверторное производство стали.
49. Печи для сушки исходных материалов. Тепловой расчет сушила.
50. Характеристика вредных выбросов при плавке и методы их снижения.

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.	1	20
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	2	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	10
Презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдает её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.	4	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Библиотека учебной и научной литературы (<http://sbiblio.com/sbiblio>) - Библиотека учебной и научной литературы (<http://sbiblio.com/sbiblio>)

Словарь (<http://dic.academic.ru> - [www.znaniium.com](http://www.znaniium.com))

Электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>) - Электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Рекомендуется конспектирование учебного материала. При этом обращать внимание на определения и формулировки, раскрывающие содержание тех или иных понятий, явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. При необходимости, можно задавать преподавателю вопросы с целью уточнения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	Перед выполнением лабораторных работ студенты должны быть ознакомлены с правилами техники безопасности и правилами подготовки отчета по лабораторным работам. Студенты, не прошедшие инструктаж, к выполнению лабораторных работ не допускаются. Лабораторные работы проводятся под контролем преподавателя и заведующего лабораторией кафедры машиностроения. До начала каждой работы студенты должны ознакомиться с ее содержанием и порядком выполнения, усвоить теоретический материал по вопросам, выносимым на лабораторную работу, подготовить предварительный вариант отчета по лабораторной работе. По окончании каждого занятия группа должна привести в порядок рабочее место, лабораторное оборудование и приборы. Выполненные работы необходимо оформить в виде отчета.
самостоятельная работа	Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. После каждой лекции преподаватель дает перечень тем на самостоятельное изучение (если это предусмотрено учебным планом). В ходе самостоятельного изучения тем дисциплины необходимо руководствоваться основной и дополнительной литературой, а также информационными источниками в сети Интернет.
устный опрос	При подготовке к устному опросу студенты должны использовать не только материалы прочитанной им лекции, но и рекомендованную литературу по дисциплине, указанные Интернет-ресурсы. Обычно задается несколько кратких конкретных вопросов, позволяющих выяснить степень подготовленности студента, его уровень владения материалом. Если опрашиваемый студент не отвечает на поставленный вопрос, то преподаватель может его адресовать другим студентам.
презентация	Обучающиеся выполняют презентацию с применением необходимых программных средств, решая в презентации поставленные преподавателем задачи. Обучающийся выступает с презентацией на занятии или сдает её в электронном виде преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме презентации, логичность, информативность, способы представления информации, решение поставленных задач.
курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Примерные темы представлены в п.6.3 программы дисциплины. Выполненная работа сдается преподавателю в виде расчетно-пояснительной записки и графической части (чертежей, схем, плакатов). В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической задачи. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, известных из литературы методов проектирования и расчетов, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.
зачет	Сдача теоретического зачета или экзамена заключается в выполнении студентом трех заданий, указанных в билете. При подготовке к зачету и экзамену необходимо опираться, прежде всего, на лекции и основную литературу по дисциплине, а также на источники, которые разбирались на практических и лабораторных занятиях в течение семестра. Необходимо руководствоваться основной и дополнительной литературой, а также информационными источниками в сети Интернет

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.01 "Машиностроение" и профилю подготовки "Машины и технология литейного производства".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 15.03.01 - Машиностроение

Профиль подготовки: Машины и технология литейного производства

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

#### Основная литература:

1. Чернышов Е. А. Современные плавильные печи. Устройство и работа плавильных печей литейных цехов : учебное пособие / Е. А. Чернышов, А. И. Евстигнеев, Э. А. Дмитриев ; под редакцией Е. А. Чернышова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГУ, 2018 - Часть 1 - 2018. - 423 с. - ISBN 978-620-2-3827-5. - URL: <https://e.lanbook.com/book/151968> (дата обращения: 30.10.2020). - Текст : электронный.
2. Кукуй Д. М. Теория и технология литейного производства. В 2-х ч. Ч. 1. Формовочные материалы и смеси: учебник / Д.М. Кукуй [и др.] - Москва : НИЦ Инфра-М; Минск : Нов. знание, 2013. - 384 с.: ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-004762-1. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/389769> (дата обращения: 30.10.2020).
3. Кукуй Д. М. Теория и технология литейного производства. В 2 ч. Ч. 2. Технология изготовления отливок в разовых формах / Д.М. Кукуй [и др.] - Москва : НИЦ Инфра-М; Минск : Нов. знание, 2013. - 406 с.: ил.; . - (Высшее обр.). - ISBN 978-5-16-004787-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/389768> (дата обращения: 30.10.2020). - Текст : электронный.

#### Дополнительная литература:

1. Технология конструкционных материалов: учебное пособие / В.Л. Тимофеев, В.П. Глухов [и др.]; под общ. ред. проф. В.Л. Тимофеева. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : ИНФРА-М, 2011. - 272 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-004749-2. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/220150> (дата обращения: 30.10.2020). - Текст : электронный.
2. Инженерная экология литейного производства : учебное пособие / А. Н. Болдин, А. И. Яковлев, С. Д. Тепляков, А. А. Шпектор. - Москва : Машиностроение, 2010. - 352 с. - ISBN 978-5-94275-523-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/738> (дата обращения: 30.10.2020). - Текст : электронный.
3. Маляров А. И. Печи литейных цехов : учебное пособие / А. И. Маляров. - Москва : Машиностроение, 2014. - 256 с. - ISBN 978-5-94275-735-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/63260> (дата обращения: 30.10.2020). - Текст : электронный.

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.4 Плавильные и термические агрегаты

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 15.03.01 - Машиностроение

Профиль подготовки: Машины и технология литейного производства

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.