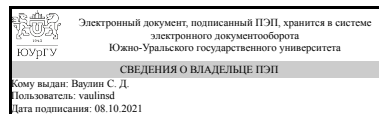


УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины П.1.В.07.03 Физико-химические процессы в литейном производстве  
для направления 22.06.01 Технологии материалов

уровень аспирант тип программы

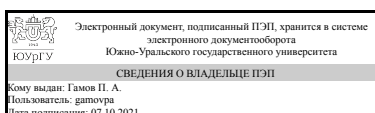
направленность программы

форма обучения очная

кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

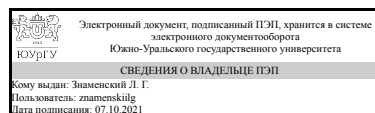
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 29.07.2014 № 888

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



П. А. Гамов

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор



Л. Г. Знаменский

## 1. Цели и задачи дисциплины

– дать знания о физико-химических явлениях и процессах, сопровождающих изготовление литейных форм и стержней для получения отливок. Знание теоретических основ формирования отливок позволит им управлять процессами формирования и изготовления качественных литых заготовок; – сформировать у навыки по приготовлению металлических расплавов и заливке литейных форм, практические умения по определению литейных свойств сплавов, физико-механических свойств форм и стержней и оценке качества отливок.

## Краткое содержание дисциплины

Капиллярно-пористая структура литейных форм. Структура и свойства металлических расплавов. Газовый режим литейной формы. Физико-химическое взаимодействие расплава и материала формы.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-1.3 умением проектировать технологии, участки цеха, заводы с учетом новых научных решений в области производства литых изделий и заготовок для разных отраслей промышленности	Знать: Особенности проектного менеджмента применительно к литейному производству
	Уметь: Выполнять расчетную часть при проектировании литейных процессов
	Владеть: Методиками проведения расчетов при проектировании технологий изготовления отливок
ПК-1.2 знанием процессов, происходящих в расплавах во время их плавки, внепечной обработки, заливки в литейную форму, кристаллизации и последующего охлаждения в форме, а также физико-химических процессов, происходящих в формовочных материалах во время их приготовления, изготовления из них литейных форм и стержней, взаимодействия с заливаемым расплавом и затвердевающей отливкой с учетом технологических процессов и применяемого оборудования	Знать: Методологию проведения расчетов по теории литейных процессов
	Уметь: Делать выводы при решении задач по теории литейных процессов
	Владеть: Навыками по расчету технологических параметров литейных процессов
ОПК-5 способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии	Знать: Теоретические основы литейных процессов и использовать для практического решения задач по литейному производству.
	Уметь: Решать инженерные задачи с применением знаний по теории литейных процессов
	Владеть: Навыками по практическому использованию знаний по теории литейных процессов
ПК-3.2 умением исследовать и разрабатывать технологии получения металлов и сплавов, повышать их качества, комплексно извлекать попутные элементы, проводить мероприятия по энерго- и металлосбережению, подавлению	Знать: Физико-математические модели литейных процессов
	Уметь: Решать задачи по теории литейных процессов с использованием физико-математических моделей

вредных воздействий на окружающую среду, разрабатывать математические модели металлургических процессов с прогнозированием конечных результатов	Владеть: Методиками расчета литейных процессов
ОПК-6 способностью и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий	Знать: Стандартные программные средства при проектировании технологий изготовления отливок
	Уметь: Проводить расчеты по теории литейных процессов с использованием программных средств
	Владеть: Навыками по применению программных средств в проектировании технологий изготовления отливок

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Подготовка научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук (6 семестр)

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	38	38	
Лекции (Л)	38	38	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	70	70	
Реферат	70	70	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах
-----------	----------------------------------	---

		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Капиллярно-пористая структура литейных форм	12	12	0	0
2	Структура и свойства металлических расплавов	10	10	0	0
3	Газовый режим литейной формы	8	8	0	0
4	Физико-химическое взаимодействие расплава и материала формы	8	8	0	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Состав и структура форм	6
2	1	Свойства формовочных смесей	6
1	2	Свойства сплавов	6
3	2	Структура расплавов	4
5	3	Газопроницаемость и газотворность формы	4
6	3	Теория фильтрации в пористых средах	2
7	3	Механизмы образования газовых пороков в отливках и методы расчета газового режима	2
8	4	Физико-химические реакции в форме	4
9	4	Последствия физико-химических реакций в форме	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
К разделу 2: • Литейные свойства сплавов. • Свойства литейных сплавов. • Структура расплавов, их физические свойства. • Плавильные печи, особенности процесса плавки различных сплавов. • Модифицирование расплавов. • Дегазация литейных расплавов. • Лазерная плавка металлов и сплавов. • Плазменная плавка металлов и сплавов. Ультразвуковая обработка литейных расплавов.	Знаменский, Л.Г. Теория литейных процессов: учебное пособие / Л.Г. Знаменский, О.В. Ивочкина. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2011. раздел 2, С. 23...30	15
К разделу 3: • Виды дефектов отливок, причины образования и меры предупреждения. • Влияние литейных процессов на качество отливок.	Васильев, В.А. Физико-химические основы литейного производства: учебник для вузов / В.А. Васильев. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – Раздел 2, гл. 9 и 10, С. 237...257.	20

К разделу 1: • История возникновения и развитие теории литейных процессов. • Требования к литейной форме, разновидности литейных форм. • Структура литейных форм, их физико-механические свойства. • Технологические свойства формовочных смесей, их влияние на качество отливок. • Служебные свойства формовочных смесей	Болдин, А.Н. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия / А.Н. Болдин, Н.И. Давыдов, С.С. Жуковский. – М.: Машиностроение, 2006. – гл. 1, С. 10...186.	15
К разделу 4: • Защита расплавов от взаимодействия с газами, плавка в вакууме и защитной атмосфере. • Физико-химические процессы в системе «расплав – форма». • Неметаллические включения в отливках.	Васильев, В.А. Физико-химические основы литейного производства: учебник для вузов / В.А. Васильев. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – Раздел 2, гл. 11, С. 262...312.	20

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Мультимедийные лекции, проведение занятий с использованием специализированной техники	Лекции	Все лекционные занятия сопровождаются мультимедийной составляющей, в виде презентационного материала, отражающего содержание лекции и позволяющего наглядно представить изучаемый материал	38

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Энергосберегающие процессы литья

## 7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Капиллярно-пористая структура литейных форм	ОПК-6 способностью и готовностью выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий	Реферат	1-5
Структура и свойства металлических	ПК-3.2 умением исследовать и разрабатывать технологии получения металлов и сплавов, повышать	Реферат	6-14

расплавов	их качества, комплексно извлекать попутные элементы, проводить мероприятия по энерго- и металлосбережению, подавлению вредных воздействий на окружающую среду, разрабатывать математические модели металлургических процессов с прогнозированием конечных результатов		
Газовый режим литейной формы	ОПК-5 способностью и готовностью использовать на практике интегрированные знания естественнонаучных, общих профессионально-ориентирующих и специальных дисциплин для понимания проблем развития материаловедения, умение выдвигать и реализовывать на практике новые высокоэффективные технологии	Реферат	15-17
Физико-химическое взаимодействие расплава и материала формы	ПК-1.2 знанием процессов, происходящих в расплавах во время их плавки, внепечной обработки, заливки в литейную форму, кристаллизации и последующего охлаждения в форме, а также физико-химических процессов, происходящих в формовочных материалах во время их приготовления, изготовления из них литейных форм и стержней, взаимодействия с заливаемым расплавом и затвердевающей отливкой с учетом технологических процессов и применяемого оборудования	Реферат	18-20
Все разделы	ПК-1.3 умением проектировать технологии, участки цеха, заводы с учетом новых научных решений в области производства литых изделий и заготовок для разных отраслей промышленности	Экзамен	1-35
Все разделы	ПК-1.2 знанием процессов, происходящих в расплавах во время их плавки, внепечной обработки, заливки в литейную форму, кристаллизации и последующего охлаждения в форме, а также физико-химических процессов, происходящих в формовочных материалах во время их приготовления, изготовления из них литейных форм и стержней, взаимодействия с заливаемым расплавом и затвердевающей отливкой с учетом технологических процессов и применяемого оборудования	Экзамен	1-35
Все разделы	ПК-3.2 умением исследовать и разрабатывать технологии получения металлов и сплавов, повышать их качества, комплексно извлекать попутные элементы, проводить мероприятия по энерго- и металлосбережению, подавлению вредных воздействий на окружающую среду, разрабатывать математические модели металлургических процессов с прогнозированием конечных результатов	Экзамен	1-35

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Реферат	задание выдается в первую неделю семестра. За две недели до окончания семестра студент сдает реферат преподавателю. Проверяется соответствие реферата заданию и его содержание. Преподаватель выставляет	Отлично: реферат, который полностью соответствует теме, имеет логичное изложение материала с выводами и обоснованными положениями. При защите студент показывает глубокое

	предварительную оценку и допускает студента к защите. На защите студент коротко докладывает об основных вопросах, рассматриваемых в реферате.	знание вопросов. Хорошо: реферат, который соответствует теме, имеет последовательное изложение материала, но с не вполне обоснованными положениями. Удовлетворительно: реферат, который не полностью соответствует заданию, имеет поверхностный анализ. Неудовлетворительно: реферат, который не соответствует теме, не имеет анализа. В работе нет выводов, либо они носят декларативный характер.
Экзамен	Экзамен проводится в форме устного опроса. В аудитории, где проводится экзамен должно одновременно присутствовать не более 10 человек. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. На подготовку к ответу отводится 1 академический час. При неполном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы из этой темы.	Отлично: вопросы полностью освещены, изложение логичное, последовательное, теоретические положения аргументированы. Хорошо: вопросы освещены полностью, но теоретические положения не вполне аргументированы. Удовлетворительно: вопросы освещены частично, теоретические положения не аргументированы. Не даны ответы на дополнительные вопросы. Неудовлетворительно: вопросы практически не освещены, ответы на дополнительные вопросы не даны.

### 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Реферат	<p>К разделу 1</p> <p>1 История возникновения и развитие теории литейных процессов.  2 Требования к литейной форме, разновидности литейных форм.  3 Структура литейных форм, их физико-механические свойства.  4 Технологические свойства формовочных смесей, их влияние на качество отливок.  5 Служебные свойства формовочных смесей.</p> <p>К разделу 2</p> <p>6 Литейные свойства сплавов.  7 Свойства литейных сплавов.  8 Структура расплавов, их физические свойства.  9 Плавильные печи, особенности процесса плавки различных сплавов.  10 Модифицирование расплавов.  11 Дегазация литейных расплавов.  12 Лазерная плавка металлов и сплавов.  13 Плазменная плавка металлов и сплавов.  14 Ультразвуковая обработка литейных расплавов.</p> <p>К разделу 3</p> <p>15 Силовое и тепловое взаимодействия потока расплава с формой.  16 Теплофизические свойства литейных сплавов и материала формы.  17 Методы изучения процесса затвердевания расплава в форме.</p> <p>К разделу 4</p> <p>18 Защита расплавов от взаимодействия с газами, плавка в вакууме и защитной атмосфере.</p>

	19 Физико-химические процессы в системе «расплав – форма». 20 Неметаллические включения в отливках.
Экзамен	1 Свойства формы, от которых зависит её газовый режим. 2 Определение газопроницаемости форм. 3 Определение газотворности форм. 4 Методики определения и единицы измерения газопроницаемости и газотворности форм. 5 Уравнение (закон) ламинарной фильтрации Дарси. 6 Формула Жюрена для расчёта капиллярного давления на границе «расплав-форма». 7 Условие (неравенство) направленного потока газов от отливки в форму. 8 Графическая зависимость давления газов в форме от времени (песчано-глинистая форма). 9 Формы существования газов в отливке. 10 Источники газов в отливке. 11 Причина эндогенного образования газовых пороков в отливке. 12 Причина экзогенного образования газовых пороков в отливке. 13 Закон (уравнение) Пуазейля, описывающий течение жидкости в пористой среде. 14 Определение пригара на отливках, его виды. 15 Причины образования механического пригара на отливках. 16 Причины образования химического пригара на отливках. 17 Теплофизические свойства форм. 18 Закон (уравнение) Ньютона, описывающий теплопередачу от жидкого металла в форму. 19 Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. 20 Уравнение Стефана (закон квадратного корня), описывающее кинетику затвердевания плоской стенки отливки. 21 Критерии теплового подобия (перечислить). 22 Определение приведённой толщины отливки (формула). 23 Прямые методы изучения затвердевания отливок в форме (перечислить). 24 Виды усадки сплавов. 25 Определение объёмной усадки сплавов. 26 Связь диаграммы состояния (с эвтектикой) с видом усадочных пустот в отливках. 27 Линейная усадка сплавов, определение и виды. 28 Связь диаграммы состояния (с эвтектикой) с линейной усадкой сплава. 29 Определение прибыли, виды прибылей. 30 Типовые схемы отливок для расчёта прибылей по методу Василевского (эскизы). Формула для расчёта ТВГ – технологического выхода годного. 31 Формула для расчёта объёма прибыли по методу Пржибыла. 32 Причины возникновения напряжений в отливках. 33 Виды напряжений в отливках (перечислить). 34 Причина возникновения трещин в отливках. 35 Связь диаграммы состояния (с эвтектикой) со склонностью сплава к образованию трещин (СОТ).

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Знаменский, Л. Г. Теория литейных процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности 150104 "Литейное пр-во черных и цв. металлов" Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 146, [1] с. ил. электрон. версия



2. Чуркин, Б. С. Теория литейных процессов [Текст] учебник для вузов по специальности 020500.09 Б. С. Чуркин ; под ред. Э. Б. Гофмана ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т и др. - Екатеринбург: РГППУ, 2006. - 453 с. ил.
3. Васильев, В. А. Физико-химические основы литейного производства Учеб. для вузов по направлению подготовки специалистов 651400 "Машиностроит. технологии и оборудование" и др. В. А. Васильев. - М.: Интермет Инжиниринг, 2001. - 335,[1] с. ил.
4. Теория формирования отливки Ч. 1 Учеб. пособие к практ. и лаб. работам ЧГТУ, Каф. Литейн. пр-во; Б. А. Кулаков, В. А. Изосимов, Л. Г. Знаменский и др. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 126 с.
5. Теория формирования отливки Ч. 2 Учеб. пособие к практ. и лаб. работам ЧГТУ, Каф. Литейн. пр-во; Б. А. Кулаков, В. А. Изосимов, Л. Г. Знаменский и др. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1995. - 72 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия [Текст] справ. А. Н. Болдин, Н. И. Давыдов, С. С. Жуковский и др. - М.: Машиностроение, 2006. - 506 с. ил.
2. Электроимпульсная и ультразвуковая обработка материалов в точном литье [Текст] монография Л. Г. Знаменский и др.; Рос. акад. естеств. наук ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 258, [1] с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. "Литейщик России";
2. "Литейное производство";
3. "Заготовительные производства в машиностроении";
4. «Foundry»;
5. «Metallurgical and Materials Transactions»;
6. «Известия вузов. Черная металлургия»;
7. «Известия вузов. Цветная металлургия»;
8. «Металлург».

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Физико-химические процессы в литейном производстве.  
Методические указания к освоению дисциплины

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Физико-химические процессы в литейном производстве.  
Методические указания к освоению дисциплины

**Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог	Теория формирования отливки Текст учеб. пособие по направлению 22.03.02 и 22.04.02 "Металлургия" Л. Г.

		ЮУрГУ	Знаменский и др.; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. и литейные технологии ; ЮУрГУ <a href="http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000553967">http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000553967</a>
2	Дополнительная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Теория литейных процессов Текст учеб. пособие для вузов по специальности "Литейное пр-во черных и цв. металлов" Л. Г. Знаменский, О. В. Ивочкина ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; Каф. Литейное пр-во ; ЮУрГУ <a href="http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000361895">http://www.lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000361895</a>

## 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -ProCAST(бессрочно)
2. -LVMFlow(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	1246 (1)	Информатор; Кадоскоп «Орион»; Телевизор «Фунай»; Видеоплейер «Фунай»; DVD-плеер «Panasonic»; видеокассеты и диски с учебными фильмами, Проектор мультимедийный XD435U, ПК.