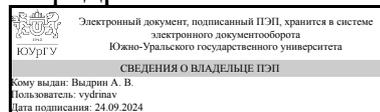


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



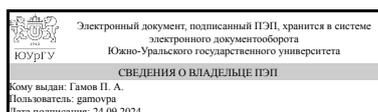
А. В. Выдрин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.12.01 Моделирование металлургических процессов для направления 22.04.02 Металлургия  
уровень Магистратура  
магистерская программа Искусственный интеллект в металлургии  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

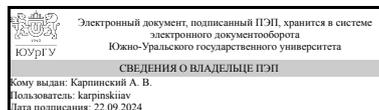
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Металлургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

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



П. А. Гамов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



А. В. Карпинский

## 1. Цели и задачи дисциплины

– дать студентам знания о современных методах моделирования технологических процессов в металлургии; – дать студентам знания об использовании современных CAD/CAM/CAE-пакетов в металлургии; – привить умение и навыки использования систем компьютерного моделирования технологических процессов в металлургии.

## Краткое содержание дисциплины

В ходе изучения дисциплины студенты рассматривают особенности моделирования металлургических процессов и вычислительные алгоритмы, изучают структуру современного технологического комплекса и CAD/CAM/CAE-системы. Учатся работать в современных программах 3D-конструирования и компьютерных пакетах моделирования технологических процессов в металлургии.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способен проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливки стали для выбора путей, мер и средств управления качеством продукции с разработкой предложений по совершенствованию технологических процессов	Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливки стали с учетом современных методов исследования и применением цифровых технологий Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом современных достижений науки и практики Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом современных достижений и цифровых технологий
ПК-4 Способен проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции	Знает: технологические процессы, принципы их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя моделирование металлургических процессов Имеет практический опыт: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя моделирование металлургических процессов

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Современные конструкционные и инструментальные материалы, Модифицирование поверхностей,

	Теория и технологии непрерывной разливки стали, Литейно-прокатные агрегаты, Автоматизация прокатного производства, Специальные чугуны и стали, Цифровизация процесса непрерывной разливки стали, Цифровые двойники в прокатном производстве, Экспертиза металлов и металлоизделий, Производственная практика (преддипломная) (4 семестр), Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 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., 38,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	0	0	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,75	69,75	
Выбрать и разработать технологический процесс, рассчитать его параметры, с учетом которых построить 3D-модель для компьютерного моделирования металлургических процессов	69,75	69,75	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Современный технологический комплекс. Система управления данными об изделии (PDM).	2	0	2	0
2	Современный комплекс CAD/CAM/CAE-систем и его	4	0	4	0

	использовании в металлургии				
3	Специализированные графические пакеты	4	0	4	0
4	Специализированные пакеты 3D-конструирования	4	0	4	0
5	Компьютерное моделирование процессов в металлургии	18	0	2	16

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Современный технологический комплекс. Product Data Management - система управления данными об изделии	2
2	2	CAD/CAM/CAE-системы и их использования в металлургии	4
3	3	Специализированные компьютерные графические пакеты и их использование в металлургии	4
4	4	Специализированные пакеты 3D-конструирования и их использование в металлургии	4
5	5	Основные системы компьютерного моделирования технологических процессов в металлургии	2

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	5	Разработка компьютерной 3D-модели для использования в компьютерном моделировании технологических процессов	6
2	5	Компьютерное моделирование процессов с использованием разработанной 3D-модели	4
3	5	Оценка результатов компьютерного моделирования. Корректировка 3D-модели.	4
4	5	Оформления отчета о результатах моделирования и защита принятых технологических решений.	2

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выбрать и разработать технологический процесс, рассчитать его параметры, с учетом которых построить 3D-модель для компьютерного моделирования металлургических процессов	1. Поршнеv, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 736 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/650">http://e.lanbook.com/book/650</a> — Загл. с экрана 2. Павлов, В.П. Дорожностроительные машины.	1	69,75

	Системное проектирование, моделирование, оптимизация: учебное пособие. 64 [Электронный ресурс] / В.П. Павлов, Г.Н. Карасев. — Электрон. дан. — Красноярск : СФУ, 2011. — 240 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/6027">http://e.lanbook.com/book/6027</a> — Загл. с экрана.; Руководства пользователя T-FLEX, КОМПАС, SolidWorks, Creo, LVMFlow и ProCAST (устанавливаются на ЭВМ вместе с программным пакетом).		
--	---	--	--

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Реферат	0,15	5	Реферат проверяется преподавателем. По результатам проверки студенту выставляются за реферат баллы. По решению преподавателя реферат может быть возвращен студенту на доработку. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальный балл за реферат равен 5. 3 балла (60 %) являются пороговым значением для получения зачета за реферат. Весовой коэффициент мероприятия (за каждый реферат) – 0,15.	зачет
2	1	Текущий контроль	Защита реферата	0,15	2	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальный балл за защиту реферата равен 3. 3 балла – при защите студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными исследования, вносит обоснованные предложения, легко отвечает на поставленные вопросы 2 балла – при защите студент показывает знание вопросов темы, оперирует данными	зачет

						<p>исследования, вносит предложения по теме исследования, без особых затруднений отвечает на поставленные вопросы</p> <p>1 балл – при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы</p> <p>0 баллов – при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе допускает существенные ошибки.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия (за каждый реферат) – 0,15.</p>	
3	1	Текущий контроль	Расчетно-графическая работа	0,7	5	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p> <p>5 баллов: полное соответствие выбранной теме, логическое и последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями.</p> <p>4 балла: полное соответствие выбранной теме, логическое и последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями с незначительными недостатками.</p> <p>3 балла: полное соответствие выбранной теме, логическое и последовательное изложение материала с достаточно подробным анализом, с соответствующими выводами, но не вполне обоснованными положениями.</p> <p>2 балла: не полное соответствие выбранной теме, отсутствие логического и последовательного изложения материала с достаточно подробным анализом, с не совсем соответствующими выводами и не вполне обоснованными положениями.</p> <p>1 балл: не соответствие выбранной теме, не логическое и не последовательное изложение материала, не с соответствующими работе водами и не обоснованными положениями.</p> <p>0 баллов: работа не выполнена.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 0,7.</p>	зачет
4	1	Бонус	Бонусное задание	-	15	<p>Студент представляет копии документов, подтверждающие победу или участие в предметных олимпиадах по темам дисциплины.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).</p>	зачет

						<p>Максимально возможная величина бонус рейтинга +15 %.</p> <p>Критерии оценивания следующие:  +15 % за победу в олимпиаде международного уровня по тематике дисциплины;  +10 % за победу в олимпиаде российского уровня по тематике дисциплины;  +5 % за победу в олимпиаде университетского уровня по тематике дисциплины;  +1 % за участие в олимпиаде, конкурсе, научно-практической конференции, публикации по тематике дисциплины.</p>	
5	1	Промежуточная аттестация	Зачет	-	5	<p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Максимальный балл за зачет равен 5. Проходной балл для получения зачета равен 3 (60 %).</p> <p>Критерии оценивания следующие.</p> <p>5 баллов (100 %): За логически обоснованные, полные и развернутые ответы на вопросы, за четкое выражение своего мнения, использование примеров в подтверждение своего мнения, правильное употребление профессиональной и научной лексики. Допускается наличие отдельных мелких ошибок, не нарушающих общей структуры ответа.</p> <p>4 балла (80 %): Развернутые ответы на вопросы экзаменационного билета, при этом недостаточное выражение своего мнения или отсутствие доводов в его подтверждение, небольшие затруднения при ответе на вопросы, требующие наводящих вопросов, редкие ошибки при использовании профессиональной и научной лексики.</p> <p>3 балла (60 %): Краткие, неполные ответы на вопросы, при этом недостаточное выражение своего мнения или его отсутствие, отсутствие доводов в подтверждение своего мнения, грубые ошибки при использовании профессиональной и научной лексики.</p> <p>1-2 балла: Наличие большого количества ошибок в ответах, неадекватные ответы, полное отсутствие ответов, либо непонимание вопросов экзаменационного билета, использование крайне ограниченного запаса профессиональных терминов и понятий.</p>	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>Зачёт проводится в устной форме. В аудитории, где проводится зачёт, должно одновременно присутствовать не более 6-8 студентов. Каждому студенту задаётся по одному заданию или вопросу из каждой темы, выносимой на зачёт.</p> <p>При не правильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы из этой темы. Максимальный балл за зачет равен 5. Проходной балл для получения зачета равен 3 (60 %). Критерии оценивания следующие. 5 баллов (100 %): За логически обоснованные, полные и развернутые ответы на вопросы, за четкое выражение своего мнения, использование примеров в подтверждение своего мнения, правильное употребление профессиональной и научной лексики. Допускается наличие отдельных мелких ошибок, не нарушающих общей структуры ответа. 4 балла (80 %): Развернутые ответы на вопросы экзаменационного билета, при этом недостаточное выражение своего мнения или отсутствие доводов в его подтверждение, небольшие затруднения при ответе на вопросы, требующие наводящих вопросов, редкие ошибки при использовании профессиональной и научной лексики. 3 балла (60 %): Краткие, неполные ответы на вопросы, при этом недостаточное выражение своего мнения или его отсутствие, отсутствие доводов в подтверждение своего мнения, грубые ошибки при использовании профессиональной и научной лексики. 1-2 балла: Наличие большого количества ошибок в ответах, неадекватные ответы, полное отсутствие ответов, либо непонимание вопросов экзаменационного билета, использование крайне ограниченного запаса профессиональных терминов и понятий.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливки стали с учетом современных методов исследования и применением цифровых технологий	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом современных достижений науки и практики			+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом современных достижений и цифровых технологий			+		+
ПК-4	Знает: технологические процессы, принципы их компьютерного моделирования и влияние на качество продукции	+	+	+	+	+
ПК-4	Умеет: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя моделирование металлургических процессов			+	+	+
ПК-4	Имеет практический опыт: проводить анализ технологических процессов для выработки предложений по управлению качеством продукции, используя моделирование металлургических процессов			+		+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## **7. 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. Линчевский, Б. В. Теория металлургических процессов Учебник для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению "Металлургия" и спец."Физико-химические методы исследования процессов и материалов" Б. В. Линчевский. - М.: Металлургия, 1995. - 352 с. ил.
3. Цымбал, В. П. Математическое моделирование металлургических процессов Учеб. пособие для вузов по спец."Автоматизация металлург. пр-ва". - М.: Металлургия, 1986. - 239 с. ил.

#### *б) дополнительная литература:*

1. Красильникова, Г. А. Автоматизация инженерно-графических работ: AutoCAD 2000, Компас-график 5.5, MiniCAD 5.1 [Текст] учеб. Г. А. Красильникова, В. Самсонов, С. Тарелкин. - СПб.: Питер, 2000. - 255 с. ил.
2. Кудрявцев, Е. М. Компас-3D. Проектирование в машиностроении [Текст] Е. М. Кудрявцев. - М.: ДМК-Пресс, 2009. - 435 с. ил.
3. Щурова, А. В. Разработка конструкторских чертежей с использованием программы "КОМПАС" Учеб. пособие А. В. Щурова; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Оборудование и инструмент компьютеризир. пр-ва; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 24,[2] с. ил.

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

1. «САПР и графика»
2. «CAD/CAM/CAE Observer»
3. «Все о C@ПР»
4. Черная металлургия
5. Цветная металлургия
6. Литейщик России
7. Литейное производство

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

1. Методические указания к освоению дисциплины "Моделирование металлургических процессов"

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

1. Методические указания к освоению дисциплины "Моделирование металлургических процессов"

### **Электронная учебно-методическая документация**

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Раскатов, Е. Ю. Основы научных исследований и моделирования металлургических машин : учебное пособие / Е. Ю. Раскатов, В. А. Спиридонов. — Екатеринбург : УрФУ, 2015. — 468 с. — ISBN 978-5-7996-1541-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/99036">https://e.lanbook.com/book/99036</a> (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, В. М. Колокольцев, В. М. Салганик [и др.]. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-8178-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/173100">https://e.lanbook.com/book/173100</a> (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пикунов, М. В. Основы теории литейных процессов: кристаллизация сплавов : учебное пособие / М. В. Пикунов, А. Н. Коновалов. — Москва : МИСИС, 2015. — 91 с. — ISBN 978-5-87623-825-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/69762">https://e.lanbook.com/book/69762</a> (дата обращения: 10.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
2. -ProCAST(бессрочно)
3. ASCON-Компас 3D(бессрочно)
4. -LVMFlow(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	123 (1)	Персональные ПК с установленным специализированным ПО.
Лабораторные занятия	324 (1)	Персональные ПК с установленным специализированным ПО.
Практические занятия и семинары	124а (1)	Проектор, персональный ПК.
Практические занятия и семинары	123 (1)	Персональные ПК с установленным специализированным ПО.