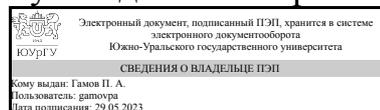


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



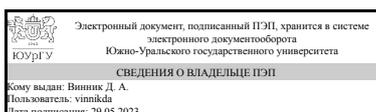
П. А. Гамов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.22 Тепломассообмен в материалах и процессах  
для направления 22.03.02 Metallургия  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

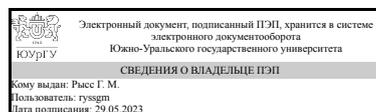
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,  
Д.ХИМ.Н., доц.



Д. А. Винник

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



Г. М. Рысс

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель - изучение основных закономерностей процессов переноса количества движения, тепла и растворенного вещества в твердых, жидких и газообразных средах, а также подготовка студента к изучению других общепрофессиональных и специальных дисциплин. Задачи. В результате изучения дисциплины студент должен: знать законы переноса, режимы движения жидкости и газа, элементы теории подобия, основы теплообмена излучением, механизм тепло- и массообмена, а также связь между этими процессами в зависимости от гидродинамической обстановки процесса; уметь использовать основные понятия, законы и модели процессов тепло-массопереноса; систематизировать тепловые и диффузионные процессы; протекающие в металлургических агрегатах; проводить теоретический анализ реальных процессов и на основе такого анализа активно влиять на проведение процессов производства металлов; владеть методами расчета процессов тепломассообмена при решении конкретных задач движения жидкости и газа, теплопроводности, переноса количества движения, тепла и вещества.

## Краткое содержание дисциплины

Жидкости и газы как сплошные среды. Законы Ньютона, Фурье и Фика. Общие уравнения движения и равновесия сплошных сред. Движение вязкой несжимаемой жидкости. Дифференциальные уравнения переноса тепла и растворенного вещества. Стационарные и нестационарные процессы переноса тепла и растворенного вещества. Элементы теории подобия и моделирования. Теплообмен излучением.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Знает: основы теории тепломассообмена, законы переноса, режимы движения жидкости и газа, элементы теории подобия, основы теплообмена излучением, механизм тепло- и массообмена, а также связь между этими процессами в зависимости от гидродинамической обстановки процесса Умеет: использовать основные понятия, законы и модели процессов тепло-массопереноса; систематизировать тепловые и диффузионные процессы; протекающие в агрегатах; проводить теоретический анализ реальных процессов; владеть методами расчета процессов тепломассообмена при решении конкретных задач движения жидкости и газа, теплопроводности, переноса количества движения, тепла и вещества Имеет практический опыт: применения методов эксперимента и расчета теплоэнергетического оборудования при решении конкретных задач в области профессиональной деятельности
ОПК-6 Способен принимать обоснованные	Знает: теплофизические характеристики рабочих

<p>технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии</p>	<p>сред; основные законы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией и излучением; математические модели процессов теплообмена (дифференциальные уравнения теплопроводности, интегральные уравнения радиационного теплообмена, уравнение теплопередачи, уравнение теплового баланса); принципы расчета теплообменных аппаратов          Умеет: математически формулировать задачи теплопроводности для тел правильной формы; правильно выбирать и определять коэффициенты теплообмена; применять различные методы решения задач теплообмена          Имеет практический опыт: владения навыками расчета теплообменных аппаратов; различными методами решения задач стационарной и нестационарной теплопроводности для тел правильной формы</p>
---	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
<p>1.О.25.03 Литейное производство,            1.О.12 Физическая химия,            1.О.25.02 Metallургия цветных металлов,            1.О.25.01 Metallургия черных металлов</p>	<p>ФД.03 Экологически чистые металлургические процессы,            ФД.04 Инжиниринг технологического оборудования,            1.О.23 Методы анализа и обработки экспериментальных данных,            1.О.26 Методы и средства контроля качества металлопродукции,            1.О.16 Соппротивление материалов,            1.О.19 Механика жидкости и газа,            1.О.31 Безопасность жизнедеятельности,            1.О.27 Физико-химия металлургических процессов,            1.О.28 Коррозия и защита металлов,            1.О.17 Детали машин и основы конструирования,            1.О.18 Метрология, стандартизация и сертификация,            1.О.29 Основы плавления и затвердевания металлов,            1.О.20 Материаловедение,            Производственная практика (ориентированная, цифровая) (4 семестр)</p>

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

Дисциплина	Требования
1.О.25.03 Литейное производство	Знает: Технологии разных способов литья, Теоретические основы литейных процессов

	<p>Умеет: Выбирать эффективные и безопасные технологии для разных способов литья, Рассчитывать параметры технологического процесса литья Имеет практический опыт: по изготовлению литейных форм и отливок, по осуществлению контроля технологических параметров литья и управления ими</p>
<p>1.О.25.02 Metallургия цветных металлов</p>	<p>Знает: значение цветной металлургии для развития других отраслей производства и общества в целом, технологические параметры процессов и применяемое оборудование при производстве цветных металлов Умеет: выбирать оборудование для конкретного производственного процесса, выбирать рациональные технологические процессы получения цветных металлов с учетом экономических, экологических и социальных условий Имеет практический опыт: расчетов процессов цветной металлургии, выполнения работ согласно технологическим инструкциям и правилам</p>
<p>1.О.25.01 Metallургия черных металлов</p>	<p>Знает: основное оборудование для производства чугуна и стали, их классификацию, технологии производства чугуна и стали, Структуру интегрированного предприятия, взаимосвязи технологий и оборудования для производства черных металлов, современные программы моделирования процессов производства черных металлов, Методы проведения измерений и наблюдений при производстве черных металлов Умеет: анализировать, составлять и применять техническую документацию, Участвовать в управлении профессиональной деятельностью металлургических предприятий, моделировать процессы производства стали в кислородном конвертере, в ДСП, Проводить измерения и наблюдения технологии производства чугуна и стали Имеет практический опыт: работы с технологическими инструкциями, Организации и управлении деятельности металлургических агрегатов, моделирования процессов производства стали в кислородном конвертере, в ДСП, Обработки и представления экспериментальных данных процессов производства черных металлов</p>
<p>1.О.12 Физическая химия</p>	<p>Знает: базовые понятия физической химии и закономерности химических процессов, основные закономерности физико-химических процессов Умеет: проводить простые операции (схем процессов, первичного анализа результатов и т.п.), воспроизводить основные понятия физической химии, химической технологии и закономерностей химических процессов, решать частные задачи, моделирующие реальные процессы и делать выводы Имеет практический опыт: работы с учебной литературой по</p>

	физической химии, структурировать материал, выделять главную мысль, формировать смыслы базовых химических понятий, владения основными понятиями, методами расчета и оформления решения полученных заданий
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,5	53,5	
Подготовка к зачету	12	12	
Решение задач	41,5	41,5	
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Жидкости и газы как сплошные среды. Законы переноса энергии, массы и импульса	6	4	2	0
2	Движение сплошных сред	6	4	2	0
3	Дифференциальные уравнения переноса тепла и растворенного вещества	4	4	0	0
4	Элементы теории подобия и моделирования	4	2	2	0
5	Стационарные процессы переноса тепла и растворенного вещества	6	4	2	0
6	Нестационарные процессы переноса тепла и растворенного вещества.	6	4	2	0
7	Конвективный теплообмен. Пограничный слой и процессы тепло- и массопереноса.	6	4	2	0
8	Теплообмен излучением. Сложный теплообмен.	10	6	4	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во
----------	-----------	---	--------

			часов
1	1	Введение. Жидкости и газы как сплошные среды	2
2	1	Законы переноса Ньютона, Фурье и Фика	2
3	2	Кинематика сплошных сред	2
4	2	Уравнения равновесия сплошных сред. Уравнения движения сплошных сред.	2
5	3	Дифференциальные уравнения переноса тепла.	2
6	3	Дифференциальные уравнения переноса растворенного вещества.	2
7	4	Элементы теории подобия и моделирования	2
8	5	Стационарные процессы переноса тепла	2
9	5	Стационарные процессы переноса растворенного вещества	2
10	6	Нестационарные процессы переноса тепла.	2
11	6	Нестационарные процессы переноса растворенного вещества.	2
12	7	Конвективный теплообмен. Пограничный слой при обтекании тел жидкостью. Расчеты толщины слоя на телах различной формы.	2
13	7	Процессы тепло- и массопереноса через пограничный слой.	2
14	8	Основные характеристики теплообмена излучением. Абсолютно черные и серые тела.	2
15	8	Теплообмен излучением в диатермической среде. Теплообмен излучением в системах твердое - поглощающий газ.	2
16	8	Сложный теплообмен.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Расчеты по уравнению состояния идеального газа. Решение задач на составление теплового баланса.	2
2	2	Уравнение Бернулли и его применение.	2
3	4	Решение задач на применение теории подобия.	2
4	5	Расчет стационарного тепло- и массообмена.	2
5	6	Расчет переноса тепла при нестационарном протекании процесса.	2
6	7	Расчет конвективного теплообмена	2
7	8	Расчет теплообмена излучением в диатермической среде	2
8	8	Расчет теплообмена излучением в поглощающей среде.	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	ПУМД осн. 1. ЭУМД 2, 4.	3	12
Решение задач	ПУМД МПСР 1, 2; ЭУМД 1, 4.	3	41,5

## 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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Проверка решения задач к разделу 1	1	6	Студент решает 2 задачи по разделу. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Правильно решенная и оформленная задача оценивается в 3 балла. Задача, решенная с погрешностями в расчетах или оформлении, оценивается в 2,5 балла. Задача решенная верно, но с существенными погрешностями, оценивается в 2 балла. Задача, решенная неверно или не решенная, не оценивается.	дифференцированный зачет
2	3	Текущий контроль	Проверка решения задач к разделу 2.	1	3	Студент решает 1 задачу по разделу. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Правильно решенная и оформленная задача оценивается в 3 балла. Задача, решенная с погрешностями в расчетах или оформлении, оценивается в 2,5 балла. Задача решенная верно, но с существенными погрешностями, оценивается	дифференцированный зачет

						в 2 балла. Задача, решенная неверно или не решенная, не оценивается.	
3	3	Текущий контроль	Проверка решения задач к разделу 4	1	3	Студент решает 1 задачу по разделу. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Правильно решенная и оформленная задача оценивается в 3 балла. Задача, решенная с погрешностями в расчетах или оформлении, оценивается в 2,5 балла. Задача решенная верно, но с существенными погрешностями, оценивается в 2 балла. Задача, решенная неверно или не решенная, не оценивается.	дифференцированный зачет
4	3	Текущий контроль	Экспресс-контроль усвоения разделов 1-4	1	5	Студент отвечает на вопросы по темам разделов. Количество вопросов - 5, время на ответ 10 минут. Опрос проводится в виде тестирования (компьютерного или письменного) либо в письменной форме. Ответы загружаются в электронную среду (ЮУрГУ 2.0). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система (БРС) оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Критерии оценивания: за каждый правильный ответ начисляется 1 балл, за неправильный ответ баллы не начисляются.	дифференцированный зачет
5	3	Текущий контроль	Проверка решения задач к разделу 5	1	3	Студент решает 1 задачу по разделу. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-	дифференцированный зачет

						рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Правильно решенная и оформленная задача оценивается в 3 балла. Задача, решенная с погрешностями в расчетах или оформлении, оценивается в 2,5 балла. Задача решенная верно, но с существенными погрешностями, оценивается в 2 балла. Задача, решенная неверно или не решенная, не оценивается.	
6	3	Текущий контроль	Проверка решения задач к разделу 6	1	3	Студент решает 1 задачу по разделу. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Правильно решенная и оформленная задача оценивается в 3 балла. Задача, решенная с погрешностями в расчетах или оформлении, оценивается в 2,5 балла. Задача решенная верно, но с существенными погрешностями, оценивается в 2 балла. Задача, решенная неверно или не решенная, не оценивается.	дифференцированный зачет
7	3	Текущий контроль	Экспресс-контроль усвоения разделов 5, 6	1	5	Студент отвечает на вопросы по темам разделов. Количество вопросов - 5, время на ответ 10 минут. Опрос проводится в виде тестирования (компьютерного или письменного) либо в письменной форме. Ответы загружаются в электронную среду (ЮУрГУ 2.0). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая	дифференцированный зачет

						система (БРС) оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Критерии оценивания: за каждый правильный ответ начисляется 1 балл, за неправильный ответ баллы не начисляются.	
8	3	Текущий контроль	Проверка решения задач к разделу 7	1	6	Студент решает 2 задачи по разделу. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Правильно решенная и оформленная задача оценивается в 3 балла. Задача, решенная с погрешностями в расчетах или оформлении, оценивается в 2,5 балла. Задача решенная верно, но с существенными погрешностями, оценивается в 2 балла. Задача, решенная неверно или не решенная, не оценивается.	дифференцированный зачет
9	3	Текущий контроль	Экспресс-контроль усвоения раздела 7	1	5	Студент отвечает на вопросы по темам раздела. Количество вопросов - 5, время на ответ 10 минут. Опрос проводится в виде тестирования (компьютерного или письменного) либо в письменной форме. Ответы загружаются в электронную среду (ЮУрГУ 2.0). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система (БРС) оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Критерии	дифференцированный зачет

						оценивания: за каждый правильный ответ начисляется 1 балл, за неправильный ответ баллы не начисляются.	
10	3	Текущий контроль	Проверка решения задач к разделу 8	1	6	Студент решает 2 задачи по разделу. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Правильно решенная и оформленная задача оценивается в 3 балла. Задача, решенная с погрешностями в расчетах или оформлении, оценивается в 2,5 балла. Задача решенная верно, но с существенными погрешностями, оценивается в 2 балла. Задача, решенная неверно или не решенная, не оценивается.	дифференцированный зачет
11	3	Текущий контроль	Экспресс-контроль усвоения раздела 8	1	5	Студент отвечает на вопросы по темам раздела. Количество вопросов - 5, время на ответ 10 минут. Опрос проводится в виде тестирования (компьютерного или письменного) либо в письменной форме. Ответы загружаются в электронную среду (ЮУрГУ 2.0). При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система (БРС) оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора № 179 от 24.05.2019 г. и № 25-13/09 от 10.03.2022). Критерии оценивания: за каждый правильный ответ начисляется 1 балл, за неправильный ответ баллы не начисляются.	дифференцированный зачет
12	3	Промежуточная	Контрольное мероприятие	-	9	Промежуточная аттестация проводится в письменном	дифференцированный зачет





1. Токовой, О. К. Тепломассообмен : учеб. пособие для студентов физ.-металлург. фак. / О. К. Токовой . - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 47 с.

2. Кириллов, В. В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен Текст учебное пособие для самостоят. работы студентов В. В. Кириллов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 71, [1] с.

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

1. Токовой, О. К. Тепломассообмен : учеб. пособие для студентов физ.-металлург. фак. / О. К. Токовой . - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 47 с.

2. Кириллов, В. В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен Текст учебное пособие для самостоят. работы студентов В. В. Кириллов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пром. теплоэнергетика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2008. - 71, [1] с.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Электронный каталог ЮУрГУ	Токовой, О. К. Тепломассообмен : учеб. пособие для студентов физ.-металлург. фак. / О. К. Токовой . - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 47 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000497229">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000497229</a>
2	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Елисеев Е.И. Теплотехника : тексты лекций / Е.И. Елисеев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2010. - 35 с. <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000468634">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000468634</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Дерюгин, В. В. Тепломассообмен : учебное пособие для вузов / В. В. Дерюгин, В. Ф. Васильев, В. М. Уляшева. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/233282">https://e.lanbook.com/book/233282</a> ). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Токовой, О. К. Основы тепломассообмена для бакалавров [Текст] учеб. пособие по направлению 22.00.00 "Технологии материалов" О. К. Токовой ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Материаловедение и физико-химия материалов ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2017. - 195, [1] с. ил. электрон. версия <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000555935">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000555935</a>
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Горбачев, М. В. Тепломассообмен. Теплопроводность : учебное пособие / М. В. Горбачев. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 76 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/152134">https://e.lanbook.com/book/152134</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Горбачев, М. В. Тепломассообмен : учебное пособие / М. В. Горбачев. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 443 с <a href="https://e.lanbook.com/book/118074">https://e.lanbook.com/book/118074</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ"  
(<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Самостоятельная работа студента	101 (3д)	Компьютеры с доступом в локальную сеть университета
Практические занятия и семинары	314 (1)	Компьютер, проектор
Дифференцированный зачет	324 (1)	Компьютеры с доступом в локальную сеть университета
Лекции	408 (1)	Компьютер, проектор, интерактивная доска