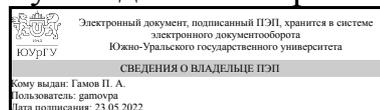


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



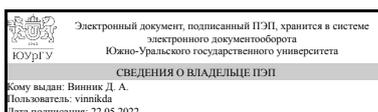
П. А. Гамов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.О.21 Тепломассообмен в материалах и процессах
для направления 22.03.02 Metallургия
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик** Материаловедение и физико-химия материалов

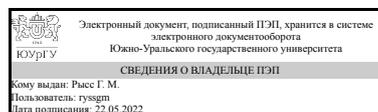
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

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 |

| | |
|--|---|
| технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии | <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</p> <p>Умеет: математически формулировать задачи теплопроводности для тел правильной формы; правильно выбирать и определять коэффициенты теплообмена; применять различные методы решения задач теплообмена</p> <p>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 |
|---|--|
| 1.О.08.02 Математический анализ | 1.О.24.03 Литейное производство, ФД.03 Экологически чистые металлургические процессы, 1.О.24.02 Металлургия цветных металлов, 1.О.30 Основы плавления и затвердевания металлов, 1.О.31 Научно-исследовательская работа, 1.О.24.01 Металлургия черных металлов |

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

| Дисциплина | Требования |
|---------------------------------|--|
| 1.О.08.02 Математический анализ | <p>Знает: основные математические методы, методы математического анализа, применяемые для построения и исследования математических моделей объектов профессиональной деятельности, объекты математического анализа, применяемые при решении технических задач, основные математические методы, применяемые в исследовании профессиональных проблем</p> <p>Умеет: принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности, применять методы математического анализа для построения и исследования математических моделей, анализировать условие поставленной задачи с целью выявления применимости имеющихся знаний и умений для ее решения, использовать основные математические понятия в</p> |

| | |
|--|--|
| | профессиональной деятельности Имеет практический опыт: решения задач методами математического анализа, преобразования объектов математического анализа, навыками систематизации информации, решения задач методами математического анализа |
|--|--|

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 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> | 53,75 | 53,75 | |
| с применением дистанционных образовательных технологий | 0 | | |
| Подготовка к зачету | 12 | 12 | |
| Решение задач | 41,75 | 41.75 | |
| Консультации и промежуточная аттестация | 6,25 | 6,25 | |
| 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 | 41,75 |

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

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. 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.
2. Токовой, О. К. Тепломассообмен : учеб. пособие для студентов физ.-металлург. фак. / О. К. Токовой . - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2012. - 47 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. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000497229 |
| 2 | Основная литература | Электронный каталог ЮУрГУ | Елисеев Е.И. Теплотехника : тексты лекций / Е.И. Елисеев. - Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2010. - 35 с. http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000468634 |
| 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. https://e.lanbook.com/book/233282). — 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 http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000555935 |
| 5 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Горбачев, М. В. Тепломассообмен. Теплопроводность : учебное пособие / М. В. Горбачев. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 76 с. https://e.lanbook.com/book/152134 . — 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 https://e.lanbook.com/book/118074 . — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(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 |
|---------------------------------|------------|--|
| Лекции | 408 (1) | Компьютер, проектор, интерактивная доска |
| Самостоятельная работа студента | 1 (1) | Компьютеры с доступом в локальную сеть университета |
| Практические занятия и семинары | 314 (1) | Компьютер, проектор |