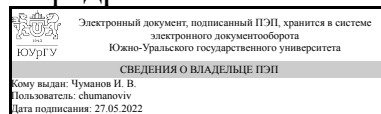


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



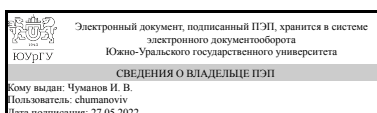
И. В. Чуманов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М1.05 Теоретические основы рафинирования стали от примесей и неметаллических включений**  
**для направления 22.04.02 Metallurgia**  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Теория и прогрессивные технологии электросталеплавильного производства  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Техника и технологии производства материалов

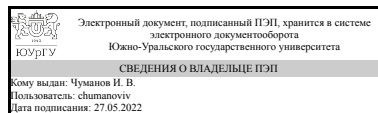
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgia, утверждённым приказом Минобрнауки от 24.04.2018 № 308

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



И. В. Чуманов

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



И. В. Чуманов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Получение знаний о теоретических основах рафинирования стали от примесей и неметаллических включений; ознакомление с традиционными способами их удаления или уменьшения в составе стали. Приобретение практических навыков по использованию полученной информации в производственно-технологической и научно-исследовательской деятельности по специальности.

## Краткое содержание дисциплины

Рафинирование стали – очистка жидкой стали от вредных и нежелательных примесей; осуществляется либо непосредственно в сталеплавильном агрегате на заключительной стадии плавки присадкой окислителей и восстановителей, наведением шлака определенного состава, продувкой жидкой ванны инертными газами и другими технологическими приемами, либо вне агрегата, т.е. в сталеразливочном и промежуточных ковшах или на специальных установках (печь-ковш, добавки металла (обеспечение заданной температуры и химического состава). В случае необходимости применяют комбинированные методы обработки, включающие в себя сразу несколько способов рафинирования стали, например раскисление, модифицирование и/или удаление неметаллических включений, десульфурацию, дегазацию (удаление азота и водорода) и т.д.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: Методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации Умеет: Применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации Имеет практический опыт: Системного и критического анализа проблемных ситуаций; постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
ПК-2 Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, разбираясь в основных дефектах металла, видах брака, природе их появления и способах устранения	Знает: Классификацию дефектов и брака металлургической продукции по видам и природе появления. Возможные причины возникновения дефектов и брака, способы их устранения Умеет: Разрабатывать рекомендации по устранению дефектов и брака Имеет практический опыт: Разрабатывать рекомендации по устранению дефектов и брака

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
Поверхностные явления в жидких металлах и шлаках	Получение металлических материалов со специальными свойствами, Производственная практика, научно-исследовательская работа (4 семестр), Производственная практика, преддипломная практика (4 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Поверхностные явления в жидких металлах и шлаках	<p>Знает: Методы анализа и обработки результатов экспериментов и наблюдений Правила оформления документации, Этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами, Классификацию дефектов и брака металлургической продукции по видам и природе появления. Возможные причины возникновения дефектов и брака, способы их устранения</p> <p>Умеет: Анализировать полученные результаты методами статистической обработки</p> <p>Представлять результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты, Разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла, Разрабатывать рекомендации по устранению дефектов и брака</p> <p>Имеет практический опыт: Анализа и обработки результатов измерений и испытаний. Оформление документации в соответствии с требованиями ГОСТ, Разработки и управления проектом; оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта, Распознавания дефектов и брака в металлургической продукции и продукции металлообработки по виду и структуре</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч., 147,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	3

Общая трудоёмкость дисциплины	288	108	180
<i>Аудиторные занятия:</i>	128	48	80
Лекции (Л)	64	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	64	16	48
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	140,25	53,75	86,5
Проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал	26,5	0	26,5
Проработка пройденного лекционного материала по конспекту лекций, учебникам и пособиям	60	30	30
Подготовка к рубежному контролю	53,75	23,75	30
Консультации и промежуточная аттестация	19,75	6,25	13,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен, КР

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Шлак и его свойства	12	6	6	0
2	Процесс раскисления	22	10	12	0
3	Окисление углерода	14	8	6	0
4	Процесс вакуумирования	16	8	8	0
5	Удаление газов из металла	16	8	8	0
6	Удаление неметаллических включений	16	8	8	0
7	Десульфурация	16	8	8	0
8	Дефосфорация	16	8	8	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Шлак и его свойства. Различные теории строения шлака.	3
2	1	Основные физико-химические свойства сталеплавильных шлаков	3
3	2	Процесс раскисления. Задачами раскисления стали. Виды раскислителей.	5
4	2	Экстракционное раскисление. Вакуумно-углеродное раскисление. Осаждающее раскисление.	5
5	3	Окисление углерода. Стадии окисления углерода.	4
6	3	Управление процессом окисления углерода.	4
7	4	Процесс вакуумирования. Процесс дегазации.	2
8	4	Удаление кислорода при вакуумировании.	3
9	4	Удаление азота и водорода при вакуумировании.	2
10	4	Методы воздействия на процесс дегазации при вакуумировании.	1
11	5	Источники газов в металлических расплавах.	4
12	5	Методы дегазации металлических расплавов.	4
13	6	Удаление неметаллических включений. Классификация неметаллических включений.	4
14	6	Способы рафинирования металлических расплавов от неметаллических включений.	4

15	7	Десульфурация. Сера - нежелательная примесь в металле. Источники серы.	4
16	7	Термодинамические условия десульфурации.	4
17	8	Фосфор - вредная примесь в стали. Источники фосфора в металлическом расплаве.	4
18	8	Условия дефосфорации.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Распределение кислорода между металлом и шлаком	6
1	2	Расчет распределения кислорода между металлом и шлаком	6
3	2	Распределение марганца, кремния и алюминия между шлаком и металлом	6
4	3	Нахождение коэффициентов распределения элементов-раскислителей	6
5	4	Растворимость водорода в жидком железе	4
6	4	Растворимость кислорода в жидком железе	4
7	5	Растворимость никеля в жидком железе	4
8	5	Растворимость хрома в жидком железе	4
9	6	Растворимость водорода в жидком железе	4
10	6	Растворимость азота в жидком железе	4
11	7	Растворимость серы в жидком железе	4
12	7	Растворимость кислорода в твёрдом железе	4
13	8	Растворимость фосфора в жидком железе	4
14	8	Растворимость свинца в жидком железе	4

## 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
Проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал	Чуманов, И. В. Теоретические основы рафинирования стали от примесей и неметаллических включений [Текст] : учеб. пособие по направлению 150400 "Металлургия" / И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2014. - 40 с.	3	26,5
Проработка пройденного лекционного материала по конспекту лекций, учебникам и пособиям	Чуманов, И. В. Теоретические основы рафинирования стали от примесей и неметаллических включений [Текст] : учеб. пособие по направлению 150400 "Металлургия" / И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2014. - 40 с.	3	30
Подготовка к рубежному контролю	Чуманов, И. В. Теоретические основы	2	23,75

	рафинирования стали от примесей и неметаллических включений [Текст] : учеб. пособие по направлению 150400 "Металлургия" / И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2014. - 40 с.		
Проработка пройденного лекционного материала по конспекту лекций, учебникам и пособиям	Чуманов, И. В. Теоретические основы рафинирования стали от примесей и неметаллических включений [Текст] : учеб. пособие по направлению 150400 "Металлургия" / И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2014. - 40 с.	2	30
Подготовка к рубежному контролю	Чуманов, И. В. Теоретические основы рафинирования стали от примесей и неметаллических включений [Текст] : учеб. пособие по направлению 150400 "Металлургия" / И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2014. - 40 с.	3	30

## 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	2	Текущий контроль	Решение задач	1	5	5: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы аргументировано. 4: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно, но не полностью; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы неуверенно. 3: выставляется тогда, когда студент:	зачет

					<p>вопросы раскрывает не полностью; путается в терминологии; демонстрирует неполные знания по теме; не владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует не вполне грамотно; отвечает на вопросы не аргументировано.</p> <p>2: выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией; демонстрирует отсутствие знаний по теме; не владеет научным стилем речи; не умеет использовать наглядные средства; отвечает на вопросы не убедительно.</p>	
2	3	Курсовая работа/проект	Проверка курсовой работы	-	<p>5: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы аргументировано.</p> <p>4: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно, но не полностью; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы неуверенно.</p> <p>3: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает не полностью; путается в терминологии; демонстрирует неполные знания по теме; не владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует не вполне грамотно; отвечает на вопросы не аргументировано.</p> <p>2: выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией; демонстрирует отсутствие знаний по теме; не владеет научным стилем речи; не умеет использовать наглядные средства; отвечает на вопросы не убедительно.</p>	курсовые работы
3	2	Промежуточная аттестация	Зачёт	-	<p>5: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы аргументировано.</p> <p>4: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно, но не полностью;</p>	зачет

						<p>грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы неуверенно.</p> <p>3: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает не полностью; путается в терминологии; демонстрирует неполные знания по теме; не владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует не вполне грамотно; отвечает на вопросы не аргументировано.</p> <p>2: выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией; демонстрирует отсутствие знаний по теме; не владеет научным стилем речи; не умеет использовать наглядные средства; отвечает на вопросы не убедительно.</p>	
4	3	Текущий контроль	Решение задач	1	5	<p>5: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы аргументировано.</p> <p>4: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно, но не полностью; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы неуверенно.</p> <p>3: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает не полностью; путается в терминологии; демонстрирует неполные знания по теме; не владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует не вполне грамотно; отвечает на вопросы не аргументировано.</p> <p>2: выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией; демонстрирует отсутствие знаний по теме; не владеет научным стилем речи; не умеет использовать наглядные средства; отвечает на вопросы не убедительно.</p>	экзамен
5	3	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	<p>5: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной</p>	экзамен



					<p>речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы аргументировано.</p> <p>4: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно, но не полностью; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы неуверенно.</p> <p>3: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает не полностью; путается в терминологии; демонстрирует неполные знания по теме; не владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует не вполне грамотно; отвечает на вопросы не аргументировано.</p> <p>2: выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией; демонстрирует отсутствие знаний по теме; не владеет научным стилем речи; не умеет использовать наглядные средства; отвечает на вопросы не убедительно.</p>	
--	--	--	--	--	---	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	<p>5: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы аргументировано.</p> <p>4: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно, но не полностью; грамотно владеет терминологией; демонстрирует знания по теме; владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует грамотно; отвечает на вопросы неуверенно.</p> <p>3: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает не полностью; путается в терминологии; демонстрирует неполные знания по теме; не владеет выразительной, грамотной речью; наглядные средства использует не вполне грамотно; отвечает на вопросы не аргументировано.</p> <p>2: выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией; демонстрирует отсутствие знаний по теме; не владеет научным стилем речи; не умеет использовать наглядные средства; отвечает на вопросы не убедительно.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
зачет	<p>Зачтено: выставляется тогда, когда студент: вопросы раскрывает логично, последовательно; грамотно владеет терминологией;</p> <p>Не зачтено: выставляется тогда, когда студент: сущность вопросов не раскрывает; не владеет терминологией;</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
УК-1	Знает: Методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: Применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации	+	+	+	+	+
УК-1	Имеет практический опыт: Системного и критического анализа проблемных ситуаций; постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	+	+	+	+	+
ПК-2	Знает: Классификацию дефектов и брака металлургической продукции по видам и природе появления. Возможные причины возникновения дефектов и брака, способы их устранения	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: Разрабатывать рекомендации по устранению дефектов и брака	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: Разрабатывать рекомендации по устранению дефектов и брака	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Чуманов, И. В. Структура и свойства металлических расплавов [Текст] : учеб. пособие для направления 22.04.02 "Теория и прогресс. технологии электросталеплавильного пр-ва" / И. В. Чуманов, М. А. Матвеева ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2015 . - 26 с. : ил.

2. Чуманов, И. В. Теоретические основы рафинирования стали от примесей и неметаллических включений [Текст] : учеб. пособие по направлению 150400 "Металлургия" / И. В. Чуманов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ. металлургия ; ЮУрГУ. - Челябинск : Издат. центр ЮУрГУ, 2014. - 40 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Попель, С. И. Теория металлургических процессов [Текст] : учеб. пособие для вузов по металлург. специальностям / С. И. Попель, А. И. Сотников, В. Н. Бороненков. - М. : Металлургия, 1986. - 462 с.

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

Не предусмотрены

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

1. Теоретические основы рафинирования стали от примесей и неметаллических включений

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Падерин, С.Н. Электрохимический контроль и расчеты сталеплавильных процессов. [Электронный ресурс] / С.Н. Падерин, Г.В. Серов, Е.В. Шильников, А.В. Алпатов. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2011. — 284 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/2069">http://e.lanbook.com/book/2069</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лузгин, В.П. Теория и технология металлургии стали. [Электронный ресурс] / В.П. Лузгин, А.Е. Семин, О.А. Комолова. — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2010. — 72 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/2062">http://e.lanbook.com/book/2062</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Thr Cambridge Cristallographic Data Centre(бессрочно)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
3. -Техэксперт(31.12.2022)

### 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	401 (2)	Системный блок Celeron D 320 2,40 Ghz\256 Mb\80 Gb – 2 шт.; Компьютер в составе: системный блок Intel Core2 DuoE6400/2*512 MB/120GbP5B-VM/3C905CX-TX-M/Kb – 8 шт.; Монитор 17" Samsung Sync Master 765 MB – 9 шт.; Монитор 17" Samsung Sync Master 797 MB – 1 шт.; Экран настенный Proecta – 1 шт.
Лекции	310 (2)	Проектор NEC NP50 Projector 1[0/55 DMD DLP – 1 шт., Системный блок Celeron A/300 128/32/3.2/1.44/SVGA 4D – 1 шт., Экран рулонный Spectra 200Ч210 см – 1 шт., Дистанционный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение» – 1 шт.
Экзамен	310 (2)	Проектор NEC NP50 Projector 1[0/55 DMD DLP – 1 шт., Системный блок Celeron A/300 128/32/3.2/1.44/SVGA 4D – 1 шт., Экран рулонный Spectra 200Ч210 см – 1 шт., Дистанционный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение» – 1 шт.
Практические занятия и семинары	310 (2)	Проектор NEC NP50 Projector 1[0/55 DMD DLP – 1 шт., Системный блок Celeron A/300 128/32/3.2/1.44/SVGA 4D – 1 шт., Экран рулонный Spectra 200Ч210 см – 1 шт., Дистанционный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение» – 1 шт.