



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
Ю.В. Сомова

03.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ***

Направление подготовки (специальность)  
27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль/специализация) программы  
Стандартизация, менеджмент и контроль качества

Уровень высшего образования - бакалавриат

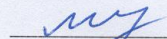
Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Технологии, сертификации и сервиса автомобилей
Курс	3

Магнитогорск  
2025 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 901)

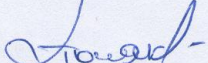
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса автомобилей  
21.01.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой  И.Ю. Мезин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
03.02.2025 г. протокол № 3

Председатель  Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры кафедры ТСиСА, канд. техн. наук  А.С. Лимарев

Рецензент:  
профессор кафедры ТОМ, д-р техн. наук  М.А. Полякова

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Технологии, сертификации и сервиса

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

формирование знаний по современным металлургическим технологиям и формирование профессионального уровня подготовки бакалавров.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Технология производства металлопродукции входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Основы металлургического производства

Технологические уклады в системе мирового технико-экономического развития

Введение в отрасль

Физические основы измерений и эталоны

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Основы взаимозаменяемости

Основы отраслевых систем менеджмента качества

Технология метизного производства

Системы менеджмента качества

Методы и средства измерений и испытаний металлопродукции

Статистические методы контроля качества продукции

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технология производства металлопродукции» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен организовывать мероприятия по проведению испытаний и контролю качества на всех стадиях производственного процесса
ПК-1.1	Анализирует состояние качества на производстве
ПК-1.2	Организует и проводит испытания продукции на всех стадиях производственного процесса
ПК-1.3	Организует и проводит контроль качества на всех стадиях производственного процесса

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 12,9 академических часов;
- аудиторная – 10 академических часов;
- внеаудиторная – 2,9 академических часов;
- самостоятельная работа – 158,4 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в академических часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Общие вопросы технологии прокатки								
1.1 Общая характеристика металлургического производства	3	0,2		2		самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2 Структура прокатного производства		0,2				самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.3 Основные виды прокатной продукции		0,2			4	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.4 Классификация прокатных станов		0,2			4	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.5 Основные технологические операции в прокатных цехах		0,2			4	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

						проекта		
1.6 Управление качеством прокатной продукции	3	0,2			6	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		1,2		6	14			
2. Обжимно-заготовочное производство								
2.1 Общие положения калибровки прокатных валков	3	0,2			6	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.2 Производство блюмов и слябов		0,2			6	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.3 Производство заготовок		0,2			6	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.4 Производство рельсов, балок и швеллеров		0,2			6	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.5 Производство сортовых профилей		0,2			7	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.6 Производство проволоки-катанки		0,2			7	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		1,2			38			
3. Листопркатное производство								
3.1 Общие вопросы листопркатного производства	3	0,2			14	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

						курсового проекта.		
3.2 Горячая прокатка листов и полос	3	0,2			12,4	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
3.3 Холодная прокатка листов, полос и лент		0,2			8	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		0,6			34,4			
4. Волоочильное производство								
4.1 Общие понятия о волочении проволоки	3	0,2			12	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.2 Сортамент и классификация стальной проволоки		0,2			12	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.3 Технологические схемы производства стальной проволоки		0,2			12	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.4 Волоочильный инструмент		0,2			12	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.5 Дефекты проволоки и методы их предотвращения		0,2			12	самостоятельное изучение учебной литературы; выполнение курсового проекта.	Устный опроса	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
4.6 Экзамен					12	самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опросы	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		1			72			
Итого за семестр		4		6	158,4		экзамен,кр	

Итого по дисциплине	4		6	158,4		экзамен, курсовая работа	
---------------------	---	--	---	-------	--	-----------------------------	--

## **5 Образовательные технологии**

Для изучения данной дисциплины в качестве методического подхода применяется технология конструирования учебной информации, т.е. при подготовке преподавателя к учебному процессу учитывается, что и в каком объеме из изучаемой информации должны усвоить студенты, уровень подготовленности студентов к восприятию учебной информации по вопросам математического моделирования и оптимизации технологических процессов. Перед началом занятий ознакомить студентов с планируемым объемом часов по учебному плану на изучение данной дисциплины. Обратит внимание на то, какое количество часов отводится на самостоятельную работу. Эти часы выделяются для закрепления теоретического материала, на подготовку к практическим занятиям, подготовку к рубежному контролю. Перед каждой лекцией проводить выборочный опрос по материалу предыдущих лекций. Результаты опросов должны фиксироваться и учитываться при выставлении окончательной оценки по дисциплине.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций с коллективным обсуждением какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений. При этом цели дискуссии тесно связаны с темой лекции. Практические занятия способствуют более глубокому освоению теоретического материала. При проведении практических занятий учитывается степень самостоятельности их выполнения их студентами. Учебным планом предусмотрены интерактивные занятия. Практические занятия проводятся в виде семинаров-дискуссий, на которых обсуждаются и решаются практические проблемы курса, используется работа в команде. Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в выполнении домашнего задания, подготовке курсового проекта, подготовке к зачету.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Константинов, И. Л. Прокатно-прессово-волочильное производство : учебник. — 2-е изд. — М. : ИНФРА-М; Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2019. -511 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/3071](http://www.dx.doi.org/10.12737/3071). - ISBN 978-5-16-009848-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1009074> (дата обращения: 29.03.2025). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Константинов, И. Л. Прокатно-прессово-волочильное производство/КонстантиновИ.Л., СидельниковС.Б., ИвановЕ.В. - Краснояр.: СФУ, 2015. - 80 с.: ISBN 987-5-7638-3310-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/549915> (дата обращения: 10.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

### **в) Методические указания:**

1. Лимарев А.С., Касаткина Е.Г. Методическое указание по выполнению курсовой ра-боты - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. ун-та им. Г.И. Носова,

2013.

2. Лимарев А.С. Расчет производительности прокатных станков. Методические указания для выполнения практической и самостоятельной работы. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. –11 с.

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа - Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
2. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Доска, мультимедийный проектор, экран
3. Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся - Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

## Приложение 1

### ВВЕДЕНИЕ

На металлургических предприятиях прокатное производство является одним из важнейших. В большинстве случаев прокатные цеха являются завершающим звеном производственного цикла, и их конечный продукт составляет основную часть всей отгружаемой товарной продукции компании. Современный прокатный стан - это технологический комплекс последовательно установленных машин, используемых для получения прокатных изделий заданных размеров с необходимыми качественными показателями. В зависимости от формы, размеров и свойств выпускаемой продукции применяются прокатные станы разных типов. Они классифицируются по устройству рабочих клетей, их взаимному расположению и другим признакам.

Процессы прокатки непрерывно совершенствуются, при этом преследуются многие цели, важнейшими среди которых являются улучшение качества продукции, снижение расходного коэффициента металла и энергозатрат, повышение производительности труда. Совершенствование идет как по пути создания новых технологий и конструкций прокатных станов, так и посредством оптимизации режимов деформации на действующих агрегатах.

Производительность прокатного стана определяется, пропускной способностью рабочих клетей, а также пропускной способностью отдельных агрегатов, обеспечивающих выполнение технологических операций. Определение производительности прокатного стана включает установление нормативов длительности отдельных элементов процесса прокатки, оптимального развеса и размеров слитков или заготовок, выхода годного проката. Расчеты производительности стана позволяют определить его «узкие места» производственного цикла и провести мероприятия по их устранению.

### ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПРОКАТНЫХ СТАНОВ

Производительность прокатного стана (агрегата) определяется количеством металла, прокатанного в единицу времени, - час, смену, сутки, месяц, год.

Технически возможная производительность определяется по формуле:

$$П = \frac{3600 \cdot G}{T}, \text{ т/ч, (1)}$$

где 3600 – количество секунд в часе; G – масса заготовки, т; T – такт (ритм) прокатки, с.

Такт прокатки – это время, которое проходит от начала прокатки одной заготовки до начала прокатки следующей. В общем случае такт прокатки складывается из времени нахождения металла в валках и времени паз, но конкретное определение этой величины зависит от типа стана и технологии прокатки. Из формулы (1) видно, что тем меньше такт прокатки тем выше производительность стана.

На практике технически возможная производительность никогда полностью не реализуется, так как в процессе работы неизбежны различные мелкие сбои, связанные с настройкой валков и привалковой арматуры, зачисткой поверхности валков, случайными задержками раската и т.д. Поэтому определяют практически возможную часовую производительность, для чего в формулу (1) вводят коэффициент использования стана  $k_n$ :

$$П = \frac{3600 \cdot G \cdot k_n}{T}, \text{ т/ч,}$$

В зависимости от типа стана, совершенства конструкции и организации технологического процесса коэффициент использования принимают в пределах от 0,75 до 0,95. Очевидно, более высокие значения  $k_n$  соответствуют более высокому техническому и организационному уровню эксплуатации стана.

Различают производительность стана по всаду и по годной продукции. Производительность по всаду определяют, например, при прокатке слитков на блюмингах и слябингах; в этом случае величина G в формулах (1) и (2) – это масса слитка. Гораздо чаще определяют производительность станов по годной продукции для этого используют коэффициент расхода металла  $k_{p.m.}$ , который представляет собой отношение массы заготовки к массе готовых изделий. Производительность по годной продукции будет:

$$\Pi = \frac{3600 \cdot G k_{\text{н}}}{T k_{\text{р.м.}}}, \text{т/ч,}$$

Значения коэффициента расхода металла  $k_{\text{р.м.}}$  для конкретных технологий представлены ниже.

Расходный коэффициент для различных типов станов

Тип производства	Расходный коэффициент	
Производство блюмов:		
- кипящая сталь	1,07 – 1,30	
- спокойная сталь	1,12 – 1,31	
Производство слябов:		
- кипящая сталь	1,10 – 1,21	
- спокойная сталь	1,21 – 1,30	
Непрерывно-заготовочные станы	1,02 – 1,05	
Трубно-заготовочные станы:		
- сортовые заготовки	<1,07	
- трубные заготовки	<1,12	
Рельсобалочный стан:		
- рельсы	<1,05	
- балки и швеллеры	<1,06	
Сортопрокатное производство:		
- мелкосортное	1,027 – 1,06	
- среднесортное	1,049 – 1,06	
- крупносортное	1,070 – 1,09	
- проволочное	1,055 – 1,06	
Горячая прокатка листов	двухклетевой	непрерывный
	толстолистовой	
углеродистая кипящая:		
- в листах	1,13-1,18	1,04-1,07
- в рулонах	-	1,02-1,03
углеродистая спокойная и низколегированная:		
- в листах	1,16-1,20	1,07-1,12
- в рулонах	-	1,04-1,10
легированная:		
- в листах	1,18-1,25	1,07-1,12
- в рулонах	-	1,04-1,10
Холодная прокатка листов:		
- полосы и листы из углеродистой и низколегированной стали	1,06-1,11	
- жечь белая и электролитическая луженая	1,06-1,13	
- электротехническая сталь	< 1,31	

Обычно прокатный стан выпускает не один, а много профилей (профилеразмеров); производительность на каждом из них различна. Среднюю часовую производительность стана рассчитывают по формуле:

$$\Pi = \frac{100}{\frac{g_1}{\Pi_1} + \frac{g_2}{\Pi_2} + \dots + \frac{g_n}{\Pi_n}} \text{т/ч,}$$

где  $g_1, g_2, \dots, g_n$  – доля каждого профиля в общем объеме выпущенного проката по массе, %;  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$  – производительность по каждому профилю, т/ч.

Для определения годовой производительности стана необходимо знать фактическое число часов работы в году. Современные прокатные станы в большинстве своем работают по непрерывному графику, останавливаясь только на капитальные и планово-

предупредительные ремонты. При этом номинальное число часов работы в году  $\text{Ч}_{\text{ном}}$  составляет:

$$\text{Ч}_{\text{ном}} = 24 \cdot 365 - 24 \cdot \text{С}_{\text{кпр}} = 8760 - 24 \cdot \text{С}_{\text{кпр}}, \text{ ч},$$

где  $\text{С}_{\text{кпр}}$  - число суток, запланированных на проведение капитальных и планово-предупредительных ремонтов (в большинстве случаев от 10 до 30 суток).

Из номинального числа часов работы необходимы вычесть текущие простои. Они планируются в основном для замены валков в прокатных клетях и межсменных осмотров оборудования. Текущие простои  $\text{Ч}_{\text{т.п.}}$ , берутся в процентах от номинального числа часов работы:

$$\text{Ч}_{\text{т.п.}} = \frac{k_{\text{т.п.}}}{100} \cdot \text{Ч}_{\text{ном}}, \text{ ч},$$

Коэффициент текущих простоев  $k_{\text{т.п.}}$  обычно принимается в пределах 5-20 %.

Таким образом, фактическое число часов работы  $\text{Ч}_{\text{факт}}$  будет:

$$\text{Ч}_{\text{факт}} = 8760 - 24 \cdot \text{С}_{\text{кпр}} - \frac{k_{\text{т.п.}}}{100} \cdot \text{Ч}_{\text{ном}}, \text{ ч},$$

На практике фактическое число часов работы для разных станов чаще всего находится в пределах 6500 – 7800 ч.

Годовая производительность стана  $\text{П}_{\text{год}}$  определяется произведением средней часовой производительности на фактическое число часов работы в году:

$$\text{П}_{\text{год}} = \text{П}_{\text{ср}} \cdot \text{Ч}_{\text{факт}}, \text{ т/ч},$$

Следует отметить, что производительность стана может исчисляться не только по массе годного проката, но и в единицах длины или площади, а также в штуках. Если, например, требуется определить длину прокатных изделий, то надо разделить производительность, выраженную в тоннах, на массу одного метра длины изделия (т).

#### **Расход металла, материалов, электроэнергии**

Расход металла на единицу массы годного проката характеризуется двумя показателями: коэффициентом расхода металла  $k_{\text{р.м.}}$  и выходом годного ВГ. Как уже отмечалось, коэффициент расхода металла  $k_{\text{р.м.}}$  определяется в виде отношения массы заготовки к массе готовой продукции. Выход годного ВГ – это величина, обратная расходному коэффициенту:

$$\text{ВГ} = 1/k_{\text{р.м.}}$$

Ясно, что коэффициент расхода металла всегда больше единицы, а выход годного – меньше единицы. Потери металла в прокатном производстве складываются в основном из угара металла при нагреве, обрезки и брака. При холодной прокатке начального нагрева нет, но имеется некоторая потеря металла при травлении. Расходный коэффициент может быть вычислен для каждого отдельного передела; тогда полный (сквозной) коэффициент расхода будет:

$$k_{\text{р.м.}} = k_{\text{р.м.1}} \cdot k_{\text{р.м.2}} \cdot \dots \cdot k_{\text{р.м.л}}$$

где  $k_{\text{р.м.1}} \cdot k_{\text{р.м.2}} \cdot \dots \cdot k_{\text{р.м.л}}$  – расходные коэффициенты на отдельных переделах.

Помимо исходной заготовки, для осуществления технологического процесса в прокатных цехах необходимы многие другие материалы и энергоносители: топливо, электроэнергия, вода, пар, сжатый воздух, смазочные материалы и др. Расход этих материалов выражается в соответствующих единицах, отнесенных к тонне проката: топливо МДж/т; электроэнергия – в кВт\*ч/т; вода – в м<sup>3</sup> и т.д. К числу важных показателей относится также расход валков, который исчисляется в кг/т. Конкретные данные по расходным коэффициентам и потреблению различных материалов и энергоносителей на разных станах приведены в дальнейшем.

Понятно, что чем ниже расходные коэффициенты (при надлежащем качестве металлопродукции), тем более рациональным и совершенным является технологический процесс. Снижение расходных коэффициентов одна из главных задач технического прогресса в прокатном производстве.

#### **ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТА**

*Задание.* На мелкосортном прокатном стане из заготовки массой 2200 кг, полученной на непрерывно-заготовочном стане производят 60% арматурной стали Ø 6 мм

и 40% катанки 6,5 мм. Такт прокатки составляет 3 с. Рассчитайте производительность прокатного стана и определите выход годного с учетом всех прокатных переделов.

**Решение**

**Схема производства**



Технически возможная производительность:

$$П = \frac{3600 \cdot 2,2}{3} = 2640, \text{ т/ч.}$$

Практически возможная часовая производительность:

$$П = 2640 \cdot 0,95 = 2508, \text{ т/ч.}$$

Производительность по годной арматурной стали:

$$П = \frac{2508}{1,03} \approx 2435, \text{ т/ч.}$$

Производительность по годной катанки:

$$П = \frac{2508}{1,027} \approx 2442, \text{ т/ч.}$$

Средняя часовая производительность стана:

$$П = \frac{100}{\frac{0,6}{2435} + \frac{0,4}{2442}} \approx 2438, \text{ т/ч.}$$

Номинальное число часов работы в году:

$$Ч_{\text{ном}} = 8760 - 24 \cdot 10 = 8520 \text{ ч.}$$

Текущие простои  $Ч_{\text{т.п.}}$ , берутся в процентах от номинального числа часов работы:

$$Ч_{\text{т.п.}} = \frac{5}{100} \cdot 8520 = 426 \text{ ч.}$$

Фактическое число часов работы стана:

$$Ч_{\text{факт}} = 8760 - 426 = 8334 \text{ ч.}$$

Годовая производительность стана:

$$П_{\text{год}} = 2438 \cdot 8334 = 20318292 \text{ т/г.}$$

Коэффициент расхода металла при производстве арматуры:

$$k_{\text{р.м.}} = 1,03,$$

Выход годного при производстве арматуры:

$$ВГ = 1/1,03 \approx 97\%$$

Коэффициент расхода металла при производстве катанки:

$$k_{\text{р.м.}} = 1,027,$$

Выход годного при производстве катанки:

$$ВГ = 1/1,027 \approx 97,4\%$$

**ВАРИАНТЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

№ варианта	Тип стана	Исходный материал	Масса заготовки, т	Такт прокатки, с	Сортамент стана
1	Трио (Лаута)	Катаный сляб	30	50	Лист толщина: 2 мм (40%), 4мм (20%), 6 мм (40%)
2	Непрерывный ШСГП	Литой сляб	35	5	Лист толщина: 2 мм (30%), 2,5 мм (20%), 3 мм (50%)
3	ТЛС	Катаный сляб	40	35	Лист толщина: 10 мм (80%), 16 мм (20%),
4	20-валковый	Рулон	15	6	жесть
5	ШСХП	Рулон	25	4	Лист толщина: 1,5 мм (70%) 1,75 (30%)
6	Реверсивн	Рулон	20	35	Лист

	ый стан ХП				толщина: 1,25 мм (90%) 1,6 мм (10%)
7	Мелкосорт ный стан	Непреры вно литая заготовка	2,5	3	Круг 8 (50%) Круг 10 (30%) Квадрат 6 (20%)
8	Среднесор тный стан	Блюм	4	4	Круг 16 (50%) Круг 18(50%)
9	Крупносор тный стан	Блюм	6	4	Уголок 16 (100%)
10	Проволочн ый стан	Непреры вно литая заготовка	2,2	3	Круг 6 (30%) Круг 6,5 (70%)

### Контрольные вопросы

1. Что такое производительность прокатных станов?
2. Что такое такт прокатки?
3. Для чего необходимо знать производительность прокатных станов?
4. От чего зависит производительность прокатных станов?
5. Что такое выход годного?
6. Для чего нужен расходный коэффициент?
7. От чего зависит коэффициент расхода металла?
8. Какое количество часов работают прокатные станы?
9. Для чего применяется коэффициент использования?
10. Как рассчитывается годовая производительность прокатных станов?

## Приложение 2

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1	Способен организовывать мероприятия по проведению испытаний и контролю качества на всех стадиях производственного процесса	
ПК-1.1	Анализирует состояние качества на производстве	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общая характеристика металлургического производства</li> <li>2. Структура прокатного производства</li> <li>3. Основные виды прокатной продукции</li> <li>4. Классификация прокатных станов</li> <li>5. Основные технологические операции в прокатных цехах</li> <li>6. Общие положения калибровки прокатных валков</li> <li>7. Особенности режима обжатий при прокатке слябов</li> <li>8. Скоростной режим прокатки</li> <li>9. Особенности даухслитковой прокатки</li> <li>10. Сортамент заготовок</li> <li>11. Типы станов для производства заготовок</li> <li>12. Производство заготовок на непрерывно-заготовочных станах</li> <li>13. Производство заготовок на трубозаготовочных станах</li> <li>14. Дефекты заготовок</li> <li>15. Сортамент рельсов, балок и швеллеров</li> <li>16. Типы станов для производства рельсов, балок и швеллеров</li> <li>17. Технологические операции при производстве рельсов</li> <li>18. Консервация, упаковка и хранение проволоки</li> <li>19. Устройство и материал волок</li> </ol> <p><i>Перечень тем курсовых работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технология производства металлопродукции</li> </ol>
ПК-1.2	Организует и проводит испытания продукции на всех стадиях производственного процесса	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы механических испытаний проволоки предотвращению и устранению</li> <li>2. Дефекты горячекатаных листов и полос, меры по их предотвращению и устранению</li> <li>3. Дефекты блюмов и слябов</li> <li>4. Типы станов горячей прокатки</li> <li>5. Расположение оборудования толстолистовых станов</li> <li>6. Технология прокатки толстых листов</li> <li>7. Материал и профилировка валков толстолистовых станов</li> <li>8. Характеристика широкополосных непрерывных и полунепрерывных станов</li> <li>9. Технология горячей прокатки широких полос</li> <li>10. Материал и профилировка валков широкополосных станов горячей прокатки</li> <li>11. Общая характеристика производства холоднокатаных листов</li> <li>12. Типы станов холодной прокатки</li> <li>13. Технология производства холоднокатаных листов из углеродистой стали</li> <li>14. Особенности производства жести</li> <li>15. Материал и профилировка валков станов холодной прокатки</li> <li>16. Общие понятия о волочение проволоки</li> <li>17. Сортамент и классификация стальной проволоки</li> <li>18. Классификация волочильных машин</li> </ol> <p><i>Перечень тем курсовых работ</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технология производства металлопродукции</li> </ol>
ПК-1.3	Организует и проводит контроль качества на всех стадиях производственного процесса	<p><i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однократные волочильные машины</li> <li>2. Многократные волочильные машины со скольжением проволоки</li> <li>3. Многократные волочильные машины магазинного типа</li> <li>4. Многократные волочильные машины с синхронизацией</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>скоростей промежуточных барабанов</p> <p>5. Вспомогательное оборудование для волочения проволоки</p> <p>6. Основные узлы и детали волочильных машин</p> <p>7. Технология производства проволоки из низкоуглеродистой стали</p> <p>8. Травление и подготовка проволоки к волочению</p> <p>9. Технологический процесс производства двутавровых балок и швеллеров</p> <p>10. Дефекты рельсов, балок и швеллеров</p> <p>11. Сортамент сортовых профилей</p> <p>12. Типы станов для производства сортовых профилей</p> <p>13. Технологические операции при производстве сортовой стали</p> <p>14. Дефекты сортовой стали</p> <p>15. Сортамент проволоки-катанки</p> <p>16. Типы проволочных станов</p> <p>17. Технологические процессы при производстве проволоки-катанки</p> <p>18. Сортамент листового проката</p> <p>19. Требования к листовой продукции</p> <p><i>Перечень тем курсовых работ</i></p> <p>1. Технология производства металлопродукции</p>