



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ИСПЫТАНИЙ
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
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Технологии, сертификации и сервиса автомобилей
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2026 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
27.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой _____ И.Ю. Мезин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЦЕиС
02.02.2026 г. протокол № 4

Председатель _____ Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой кафедры ТСиСА, докт. техн. наук _____ И.Ю. Мезин

Рецензент:

профессор кафедры ОМД им.М.И. Бояршинова, д-р техн. наук

_____ М.А. Полякова

Лист актуализации рабочей программы

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)

Целью преподавания дисциплины является сформировать у студентов комплекс знаний по методам и средствам контроля показателей качества продукции, основам и навыкам постановки измерительной задачи, определению требований к характеристикам операций измерений и контроля, правильному выбору средств измерений, методов и средств их поверки и калибровки, что позволит сформировать у студентов общее представление о современных методах и средствах методического и технического обеспечения процессов измерений с учетом нормативных требований и показателей эффективности.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Методы и средства измерений и испытаний 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:

Стандартизация

Статистические методы контроля качества продукции

Метрология

Основы взаимозаменяемости

Физика

Химия

Электротехника и электроника

Механика

Физические основы измерений и эталоны

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

Производственная – преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Метрологическая экспертиза технической документации

Технология метизного производства

Организация и технология контроля качества

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Методы и средства измерений и испытаний 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 4 зачетных единиц 144 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 114 академических часов;
- аудиторная – 108 академических часов;
- внеаудиторная – 6 академических часов;
- самостоятельная работа – 12,3 академических часов;
- в форме практической подготовки – 6 академических часов;
- подготовка к экзамену – 17,7 академических часов

Форма аттестации - экзамен, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	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.								
1.1 Многообразие измерительных задач и классификация измерений по видам. Измерительные сигналы.	7	8		8	2	Выполнение реферата.	Устный опрос, сдача Реферата по теме № 1	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2 Средства измерений и контроля, классификация средств измерений по типу, виду, метрологическому назначению		8		8	2	Подготовка к лекционному занятию. Написание реферата 2.	Устный опрос, сдача Реферата по теме № 2	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.3 Классификация методов измерений и контроля. Классификация видов контроля по различным признакам.		8		8	2	Подготовка к занятиям.	Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.4 Измерение и контроль физических величин: методы и средства измерений линейных размеров, температуры, механических усилий, деформаций, механических напряжений, массы, давления, уровня, расхода веществ		10		10	2	Подготовка к занятиям.	Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.5 Измерение и контроль свойств веществ и материалов: электрические свойства, оптические, магнитные		10		10	2	Подготовка к занятиям.	Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.6 Методы и средства измерений и контроля		10		10	2,3	Подготовка к занятиям.	Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

химического состава веществ: оптические, электро-химические и физические методы анализа и анализаторы.								
Итого по разделу	54		54	12,3				
Итого за семестр	54		54	12,3		экзамен, кр		
Итого по дисциплине	54		54	12,3		экзамен, курсовая работа		

5 Образовательные технологии

Цели, поставленные при изучении курса, достигаются за счет комплексного подхода к обучению студентов, основанного на сочетании теоретического курса, практических занятий и самостоятельной познавательной деятельности студентов. Изучение теоретического курса проводится в специализированных лекционных аудиториях с использованием видеотехники, позволяющей транслировать через монитор рисунки, схемы, модели, которые в значительной степени облегчают понимание курса.

Занятия проводятся с применением традиционной и модульно-компетентностной технологий с использованием Интернет-ресурсов.

Лекции проходят как в традиционной форме, в виде презентаций, так и в форме лекций-информаций, ориентированных на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию, лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. На практических занятиях студенты приобретают навыки исследовательской деятельности и умения объяснять результаты эксперимента, основываясь на знаниях теоретической части курса.

Индивидуальная самостоятельная познавательная деятельность студентов заключается в подборе литературы по разделам курса и ее изучении. При этом предусмотрены индивидуальные и групповые консультации по изучаемым разделам курса. В результате изучения данной дисциплины студенты должны приобрести знания, умения и определенный опыт, необходимые для будущей практической деятельности. Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе выполнения курсовой работы и в процессе подготовки к итоговой аттестации. Самостоятельная работа студентов направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, выполнение курсовой работы, подготовку к ее защите и итоговой аттестации.

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. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений : учебное пособие / В.Ф. Пелевин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1758031> (дата обращения: 04.03.2026). – Режим доступа: по подписке.

2. Шалыгин, М. Г. Автоматизация измерений, контроля и испытаний : учебное пособие для вузов / М. Г. Шалыгин, Я. А. Вавилин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 172 с. — ISBN 978-5-507-50939-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/489422> (дата обращения: 04.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Кирилловский, В. К. Современные оптические исследования и измерения : учебное пособие / В. К. Кирилловский. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0989-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167816> (дата обращения: 04.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сажин, С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред : учебное пособие / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-1237-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168453> (дата обращения: 04.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Зайдель, А. Н. Ошибки измерений физических величин : учебное пособие / А. Н. Зайдель. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 112 с. — ISBN 978-5-8114-0643-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167741> (дата обращения: 10.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Юрасова, Н. В. Метрология и технические измерения. Лабораторный практикум / Н. В. Юрасова, Т. В. Полякова, В. М. Кишуров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-9998-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/202199> (дата обращения: 04.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Методические указания по выполнению курсовой работы (приложение 3)

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
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС»	https://eivis.ru/

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; учебная аудитория для проведения практических занятий.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. Специализированная мебель.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля промежуточной аттестации.

Компьютерная техника с пакетом MS Office или LibreOffice, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно – образовательную среду университета. Специализированная мебель.

Помещение для самостоятельной работы.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Оборудование: измерительный инструмент для контроля физических величин.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине предусмотрена внеаудиторная и аудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение индивидуальных задач на практических занятиях.

Внеаудиторная работа используется студентами для подготовки к занятиям и выполнения курсовой работы. Примерная типовая тема курсовой работы: «Разработка метода (методики) измерения потребительского свойства изделия и соответствующего нормативного документа».

Устные опросы по темам:

1. Многообразие измерительных задач и классификация измерений по видам. Измерительные сигналы.
2. Средства измерений и контроля, классификация средств измерений по типу, виду, метрологическому назначению.
3. Классификация методов измерений и контроля. Классификация видов контроля по различным признакам.
4. Измерение и контроль физических величин: методы и средства измерений линейных размеров, температуры, механических усилий, деформаций, механических напряжений, массы, давления, уровня, расхода веществ.
5. Измерение и контроль свойств веществ и материалов: электрические свойства, оптические, магнитные, вязкость, плотность, содержание влаги.
6. Методы и средства измерений и контроля химического состава веществ: оптические, электро-химические и физические методы анализа и анализаторы.

Примерные темы рефератов:

1. Измерительный сигнал.
2. Системы отображения измерительной информации.
3. Проведение входного контроля.
4. Приборы для определения температуры.
5. Методы измерения давления.
6. Средства для проведения неразрушающего контроля
7. Приборы для проведения разрушающего контроля.
8. Метрологическое обеспечение процесса производства продукции.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала

КУРСОВАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Задание на курсовую работу

1. Выбрать вид продукции (у каждого студента свой, индивидуальный, вид продукции)

2. Изложить технологический процесс изготовления выбранной продукции
3. Разработать метрологическое обеспечение выбранного технологического процесса на всех этапах его реализации
4. Подобрать средства измерения и представить метрологические характеристики каждого из них
5. Представить методики измерений
6. Разработать и описать пути совершенствования метрологического обеспечения выбранного технологического процесса
7. Представить и защитить курсовую работу до конца декабря

**Вопросы к экзамену
по дисциплине «Методы и средства измерений и контроля
металлопродукции»**

1. Сущность и назначение измерений. Основные понятия, термины и определения.
2. Основные элементы процесса измерений. Основные этапы измерений.
3. Классификация измерений.
5. Классификация измерений.
6. Методы измерений. Классификация методов измерения.
7. Понятие об измерительном сигнале. Виды измерительных сигналов.
8. Понятие о средстве измерений. Обобщенная структурная схема средства измерений. Основные элементы структурных схем средств измерений.
9. Классификация средств измерений и измерительных приборов.
10. Средства измерения геометрических параметров: назначение, классификация, основные виды.
11. Механические средства измерения.
12. Оптико-механические средства измерения.
13. Координатно-измерительные машины: принцип работы, виды.
14. Понятие температурных шкалах.
15. Классификация термометров, их сферы и пределы применения в промышленных условиях.
16. Термометры расширения, манометрические термометры, термоэлектрические термометры: принцип действия, преимущества и недостатки.
17. Бесконтактная пирометрия: основные типы, принцип действия, сферы применения, достоинства и недостатки.
18. Основные виды измеряемого давления.
19. Приборы для измерения давления: классификация, сферы применения.
20. Жидкостные приборы для измерения давления: принцип действия, достоинства и недостатки.
21. Манометры с упругими чувствительными элементами: принцип действия, достоинства и недостатки.
22. Мембранные и трубчато-пружинные манометры: принцип действия, достоинства и недостатки.
23. Электрические манометры и вакуумметры: виды, принцип действия, достоинства и недостатки.
24. Дифференциальные манометры: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.

25. Промышленные датчики давления: виды, устройство, сферы применения.
26. Измерение расхода и количества вещества: единицы измерения, методы измерения, основные типы приборов, измеряющие количество вещества.
27. Ультразвуковые расходомеры: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
28. Оптические расходомеры: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
29. Тепловые расходомеры: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
30. Меточные расходомеры: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
31. Электромагнитные расходомеры: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
32. Виды и методы электрических измерений.
33. Основные типы средств измерения электрических величин.
34. Электромеханические измерительные приборы: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
35. Приборы электромагнитной и магнитоэлектрической системы: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
36. Приборы электростатической и ферродинамической системы: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
37. Термоэлектрические, выпрямительные и индукционные приборы: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
38. Цифровые измерительные приборы: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.
38. Электрические методы измерения неэлектрических величин: назначение, принцип действия, достоинства и недостатки.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	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	<ol style="list-style-type: none"> 1. Элементы процесса измерений и их характеристика. Классификация измерений по способу получения и представления результатов, по числу измерений, по характеристике точности, по метрологическому назначению. 2. Понятие об измерительном сигнале. Виды измерительных сигналов. 3. Понятие метода измерений. Классификация методов измерений. 4. Понятие о средстве измерений. Обобщенная структурная схема средства измерений. 5. Классификация средств измерений. Характеристика элементарных средств измерений. 6. Классификация видов и методов контроля в зависимости от объекта и средств контроля, объема контролируемой продукции, по характеру воздействия на ход производственного процесса и типу проверяемых параметров
ПК-1.2	Организует и проводит испытания продукции на всех стадиях производственного процесса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оптоэлектрические преобразователи и их общая структурная схема. 2. Емкостные преобразователи, принцип их действия. 3. Термопреобразователи сопротивления (терморезисторы) и термоэлектрические преобразователи (термопары), их структурные схемы. 4. Ионизационные преобразователи. Структурная схема ионизационного толщиномера. 5. Резистивные преобразователи. Тензорезисторы, их принцип измерения и область применения. 6. Комплексные средства измерений – измерительные приборы. Структурная схема измерительного прибора. 7. Физические методы анализа состава веществ. 8. Классификация методов и средств измерений температуры, принципы их работы и основные характеристики.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенций	Оценочные средства
		9. Методы взвешивания. 10. Весоизмерительные преобразователи: их основные характеристики и типы. 11. Классификация весов по принципу действия.
ПК-1.3	Организует и проводит контроль качества на всех стадиях производственного процесса	1. Класс точности средства измерений и форма его представления в зависимости от характера изменения основной абсолютной погрешности. Установление и обозначение классов точности средств измерений 2. Метрологические характеристики средств измерений и цели их установления. Нормируемые и действительные метрологические характеристики. Номенклатура нормируемых метрологических характеристик. 3. Классификация погрешностей средств измерений. 4. Классификация измерительных приборов по форме индикации измеряемой величины, по методу преобразования и по форме преобразования измеряемой величины. Аналоговые и цифровые приборы. 5. Измерительные установки и измерительные системы. Измерительно–вычислительный комплекс и его структурная схема. 6. Принцип работы, устройство и основные характеристики оптических пирометров. 7. Методы и средства измерений и контроля механических величин. 8. Методы и средства измерений и контроля электрических величин. 9. Принципы взвешивания и метрологические характеристики весов.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний и степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание

учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

1.1. Понятие операнда

Всякая искусственная система, к которой относятся и все виды продукции, имеет определенное назначение, которое может быть описано системой целей. Эта система целей проявляется через свойства, присущие данной системе. Свойством является всякий существенный признак объекта. Обобщенная оценка свойств приводит к понятию качества. Исходя из ГОСТ Р ИСО 9000-2001 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь», можно дать следующие определения:

Качество – степень соответствия присущих характеристик требованиям.

Характеристика – отличительное свойство. Характеристика может быть качественной или количественной. Существуют различные классы характеристик такие как: физические, органолептические, эргономические, функциональные и др.

Характеристика качества – присущая характеристика продукции, процесса или системы, вытекающая из требования.

Требование – потребность или ожидание, которое установлено (официально сформулировано), обычно предполагается или является обязательным.

Система – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов.

Процесс – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующая входы в выходы.

Продукция – результат процесса.

В терминах системного анализа любая продукция: вещество, энергия, информация (программный продукт), является объектом преобразования или **операндом** [Od]. Так как операнд находится в системе преобразований, то его состояние определяется через вектор свойств

$$Od^1 = \begin{pmatrix} E_1^1 \\ E_2^1 \\ \dots \\ E_n^1 \end{pmatrix}; Od^2 = \begin{pmatrix} E_1^2 \\ E_2^2 \\ \dots \\ E_m^2 \end{pmatrix},$$

где подстрочные индексы при *E* обозначают свойства операнда, а надстрочные - меру этих свойств, которые появляются, изменяются в

процессе преобразований. Можно считать, что m -количество признаков качества исходного сырья, а n -количество признаков качества готовой продукции. Как в первом случае, так и во втором требования к операнду отражены в соответствующих нормативных документах: ГОСТах или ТУ, где приводится полный список требуемых качественных признаков. Следовательно выполнение курсового проекта начинается с анализа технологического процесса.

Таким образом, операнд имеет начальное состояние (начальные свойства) Od^0 , промежуточное состояние Od^i и конечное состояние Od^n . Для удовлетворения соответствующей потребности задается необходимое состояние операнда Od^n , которое является целью преобразований.

Изменение $Od^0 \rightarrow Od^n$ называется **преобразованием**, которое реализуется в процессе технологии. В результате преобразований операнд изменяет вектор свойств E_j^i .

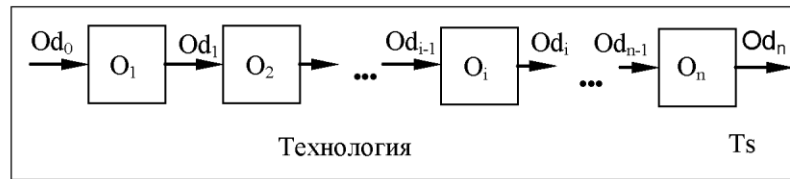
1.2. Понятие операции

Весь процесс преобразований (технология) можно разделить на элементарные акты (действия), которые называются **операциями**. Как правило, операция производится только с одним операндом и реализует изменение только одного свойства (но это не всегда так). Преобразования, производимые в результате реализации одной операции, описываются физическими (химическими) законами, явлениями, эффектами, т.е. имеют количественные характеристики.

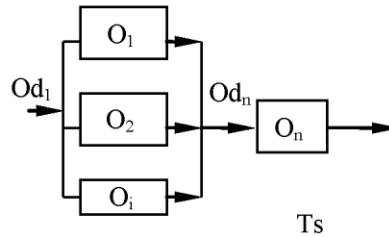
Все операции, производимые над операндами, можно разделить на несколько больших групп:

1. Собственно рабочие операции, связанные с изменением свойств операнда.
2. Транспортные операции, связанные с перемещениями операнда в пространстве.
3. Операции согласования оперативного времени и оперативного пространства операций (накопление, дозирование, синхронизация и т.д.).
4. Операции обслуживания.
5. Операции управления или регулирования.

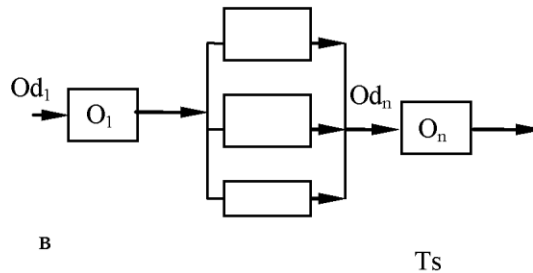
Таким образом, любой технологический процесс (ТП) можно представить в виде некоторой схемы, которая отражает его структуру (рис.1,а-в), т.е., потоки могут быть организованы последовательно, параллельно и иметь смешанную организацию.



а



б



в

Рис. 1. Структурная схема технологии: Od_0 - вход технологического процесса; Od_n - выход технологического процесса; а - последовательное выполнение операций ТП; б - параллельное выполнение операций ТП; в - смешанное выполнение операций ТП

1.3. Виды операндов

Как указывалось выше, операндом в технологическом процессе может служить любой материальный поток, вещество, энергия и информация. В зависимости от этого все технологии можно разделить на три больших вида:

1. Технологии, связанные с преобразованием вещества на основе химических законов, а также с изменением его формы и свойств на основе законов физики и механики.

2. Технологии, связанные с преобразованием энергии на основе физических законов.

3. Технологии, связанные с преобразованием информации. Здесь работает математика, логика, информатика. Приложение этих технологий - это управление.

В рассматриваемой работе в рамках специальности «инженер» все технологии связаны с преобразованиями первой группы.

Технологические операции описываются законами химии, физики и механики, а в качестве операнда выступают потоки вещества: металлы, композиты, порошки и т.д.

Принципиальная схема ТП определяется операндами, состояние которых требуется изменить. При этом первое, что требуется - это соблюдение однородности выхода предыдущей операции со входом последующей, т.е. состояние операнда

$$Od_{i-1} = \begin{pmatrix} E_1^{i-1} \\ E_2^{i-1} \\ \dots \\ E_k^{i-1} \end{pmatrix},$$

который является выходом $i-1$ операции, должно совпадать со входом i операции. Таким образом, выполнение технологического процесса требует постоянного согласования состояния операндов, для чего может быть введена дополнительная операция, переводящая вектор E_j^i в необходимое состояние. К таким операциям можно отнести, как было указано выше, транспортные операции, операции накопления (складирования) согласующие оперативные зоны и оперативное время.

Суть технологического процесса состоит в определении последовательности операций над операндом $Od^0 \rightarrow Od^n$, в результате чего происходит изменение E_j . Но любое преобразование связано с изменением энергетического состояния операнда, которое требует учитывать энергетический поток. Кроме этого, любое преобразование происходит в определенных временных и пространственных режимных интервалах, которые требуется измерять, стабилизировать и изменять. Совокупность этих операций определяет технологию управления. При этом оперируют информационными потоками J . Таким образом, любая i -я операция технологического процесса будет иметь вид, представленный на рис.2.

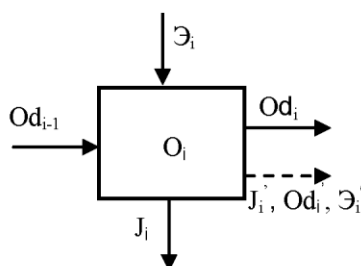


Рис.2. Схема потоков технологической операции: \mathcal{E}_i - энергия; J_i - информация (управление)

1.4. Понятие оперативной зоны

Из рис.2 можно сделать вывод, что существует место (объем пространства), называемое **оперативная зона**, где происходит соединение трех потоков П: потока операнда, потока управления и потока энергии. Эта оперативная зона образована элементами оборудования, а именно, инструментом, который обеспечивает взаимодействие указанных трех потоков. В данной работе понятие «технологическое оборудование» не рассматривается, поэтому укажем лишь некоторые его функции.

1. Организация зоны преобразований (оперативной зоны).
2. Позиционирование операнда (обеспечение необходимых координат в пространстве).
3. Преобразование потоков (изменение скорости, концентрации, вида движения и т.д.).
4. Преобразование вида энергии (электрической в механическую и т.д.).
5. Обеспечение безопасности при проведении преобразований над операндами.

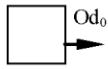
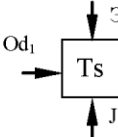
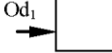
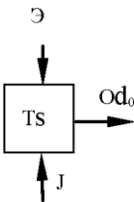
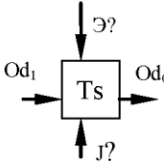
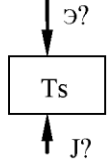
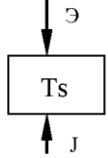
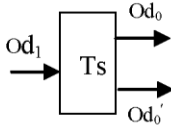
Следует отметить, что операндом может также быть поток энергии или информации. Наличие двух других потоков (энергии и информации) в этих случаях будет обязательно. То есть энергетическое и информационное обеспечение преобразований энергии и информации, когда они являются операндами, также обязательно.

В результате выполнения операции наряду с выходом Od_i будет выход Od'_i в виде вещественных отходов (например, образующаяся на поверхности горячего металла окалина), \mathcal{E}_i - энергетические отходы (например, выделяемое тепло), J_i - информационные отходы (например, шум). В общем случае эти отходы «загрязняют» окружающую среду и являются «заботой» специалистов-экологов и специалистов по охране труда. Поэтому в перечень функций оборудования можно добавить еще одну - защита от отходных потоков другого оборудования и человека (защита от пыли, паров, шума, электромагнитного излучения и т.д.).

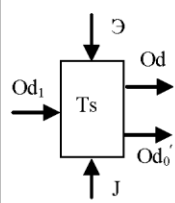
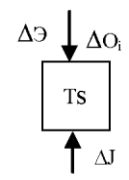
В зависимости от уровня защиты (отдельные операции, технология защиты, безотходные технологии) конструируемая технология существенно усложняется и приводит к переосмысливанию системы целей. При этом условно как бы параллельно проходят несколько систем преобразований с некоторым пересечением оперативных зон.

Согласно [1], все возможные варианты конструирования технологических процессов можно представить в виде нескольких ситуаций, которые необходимо разрешить (табл. 1).

Таблица 1
Типичные инженерные задачи конструирования технологий

Ситуация	Дано	Найти	Вид деятельности
1. Нужен новый продукт. Операнд со свойствами E_j^i			Конструирование при заданном выходе
2. Для существующего материала ищется применение			Конструирование при заданном входе
3. Для заданных операндов (сырья и продукции) ищется технология			Конструирование (изменение) технологии
4. Для существующего ТП (с оборудованием) ищется операнд (работа)			Определение полезности воздействий

Продолжение табл. 1

Ситуация	Дано	Найти	Вид деятельности
5. Вредный отход существующего применения			Конструирование технологии использования (ликвидации) вредного отхода

1.5. Представление технологических процессов
(Технических систем типа «процесс»)

В ходе конструирования ТП последний отображается в виде различных моделей, которые с некоторой точностью описывают реальные процессы и состояния.

1. Математическая модель.

Система уравнений, описывающая протекание процессов (физических явлений, эффектов) и определяющая их зависимости от технологических параметров.

2. Словесное описание (логические модели).

Наиболее простая модель, но она не обеспечивает однозначности. Как правило, избыточна, трудно поддается формализации, поэтому часто для наглядности и возможности формализации технологический процесс отображается структурно. При этом возможны несколько вариантов.

3. Представление ТП в виде блок-схемы.

В этом случае процесс в целом изображается в форме прямоугольника, который представляет собой операцию (O_i), с текстом, определяющим вид преобразований. Стрелки, подходящие к прямоугольнику и отходящие от него, указывают потоки операнда, энергии и информации (управления). Подобным образом представлены ТП на рис. 1, 2.

4. Временные диаграммы.

Диаграмма позволяет наглядно представить последовательность операций, их временной интервал, паузы и холостые ходы оборудования.

1.6. Технологические процессы с совмещенными операциями
(совмещенные технологии)

Технологические процессы выполняются при реализации операций последовательно во времени (см. рис. 1, а-в). То есть соединение потоков операнда, энергии и информации (см. рис. 2) происходит в различное время и в различных местах. При этом необходимо учитывать тот

факт, что имеются отходные потоки операнда, энергии и информации. Отходными (выбросами) они являются только для данной конкретной операции и могут быть полезными (или даже необходимыми) для других операций. Кроме того, в ближайшем окружении оперативной зоны могут находиться (существовать) вещество, энергия и информация, которые возможно использовать в технологии. Исходя из вышесказанного, можно сформулировать понятие «ресурса». Под **ресурсом** при конструировании технологии следует понимать отходные потоки от преобразований операнда, вещества, энергии и информации, находящиеся в системе преобразований, т.е. в технологическом процессе.

Следовательно, актуальным при конструировании технологий является использование ресурсов. Это позволяет решить несколько задач:

- а) уменьшение отходов в целом, т.е. решение экологических проблем;
- б) удешевление технологии за счет использования отходов;
- в) возможность проведения последующей операции за счет ресурсов предыдущей. При этом если соблюдаются некоторые условия, то возможно совмещение операций. Определим эти условия.

1. Необходимо, чтобы объем преобразования (оперативная зона) одной операции был вложен или имел пересечение с оперативной зоной другой операции (рис. 3, а-в).

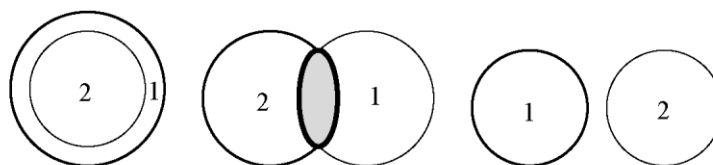


Рис.3. Возможные варианты связи оперативных зон технологических операций: а - вложенная оперативная зона 2 в зону 1; б - пересечение оперативных зон 1 и 2; в - непересекающиеся оперативные зоны 1 и 2

2. Время одной операции (оперативное время) было соизмеримо с временем (интервалом времени) другой операции (рис.4, а-в).

3. Возможности реализации двух или нескольких операций параллельно.

Эти требования следуют из того, что существует некоторая последовательность операций, которая не может быть нарушена (например, сначала нагреть, а потом сформировать; сначала очистить поверхность, а потом нанести покрытие).

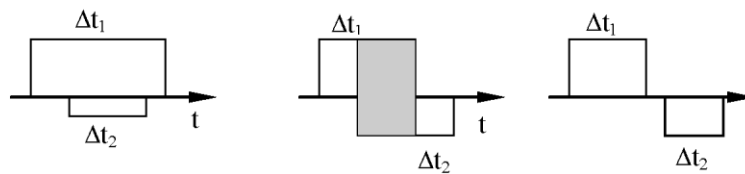


Рис.4. Варианты связи оперативного времени технологических операций: а - вложенный интервал оперативного времени; б - пересекающийся интервал оперативного времени; в - непересекающиеся интервалы оперативного времени

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что в случаях вложения или достаточного пересечения оперативных зон (рис. 3 а, б) и временных интервалов (оперативного времени - рис. 4 а, б) возможна ситуация, когда две или несколько операций проводятся в совмещенном режиме, т.е. в одном месте пространства и в один и тот же интервал времени. При этом совмещенная оперативная зона больше или равна большей оперативной зоне, а совмещенное оперативное время равно или больше большего оперативного времени. Такие технологические процессы называются **совмещенными**, или **технологическими процессами с совмещенными операциями**.

Как уже было указано для реализации операции необходимо взаимодействие потоков операнда, энергии и информации (рис. 2). Эти потоки могут иметь различные состояния, что приводит к введению понятия «режимы операций». Следовательно, функция информационного потока J - измерение и контроль параметров технологических операций (функция управления не рассматривается), и измерение и контроль компонентов вектора свойств, или, по другому, параметров качества по ходу выполнения технологического процесса и его окончания.

Следовательно, изучение курса «Методы и средства измерений и контроля» имеет цель приобретения знаний и навыков получения информации для организации системы управления качеством, а выполнение курсовой работы направлено на решение ряда практических задач информационного сопровождения технологического процесса.

2. СТРУКТУРА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа (КР) выполняется в соответствии с документом системы менеджмента качества СМК-О-СМГТУ-42-09 «Курсовой проект (работа): структура, содержание, общие правила выполнения и оформления».

Курсовая работа состоит из текстового документа. Рекомендуемый объем записки должен составлять 20-30 страниц текста формата А4, включая рисунки, графики, фотографии и таблицы. В общем случае КР должна включать следующие элементы:

- титульный лист (приложение А);
- задание (приложение Б);
- содержание;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов и пунктов основной части КР, заключение, список использованных источников, приложения.

Введение кратко характеризует актуальность темы, современное состояние производства и промышленности.

Основную часть следует делить на разделы, подразделы, пункты. Каждый элемент основной части должен представлять собой законченный в смысловом отношении фрагмент работы.

В Заключении раскрывается значимость рассмотренных вопросов, приводятся выводы по работе и рекомендации по внедрению полученных результатов.

Список использованных источников должен содержать источники, использованные при выполнении КР. Источники следует располагать в порядке появления ссылок на них в тексте пояснительной записки. Пример библиографического описания приведен в Приложении В.

В приложения следует включать вспомогательный материал, необходимый для полноты КР: таблицы, рисунки, дополнительные расчеты, протоколы испытаний и т.д.

3. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

3.1. Анализ технологического процесса (разделы основной части)

В качестве примера рассмотрим технологию изготовления холоднокатаной листовой стали по ГОСТ 9045-93.

3.1.1. Требования к исходному сырью для изготовления холоднокатаной листовой стали

Подкатом служит горячекатаный рулонный металл из низкоуглеродистых, углеродистых, низколегированных марок стали и сталей повышенной прочности по ГОСТ 19903-74, СТО ММК 2081-2009.

Механические свойства подката соответствуют следующим требованиям: временное сопротивление разрыву (предел прочности) до 650 Н/мм²; предел текучести до 500 Н/мм².

Размеры полосы: толщина – от 2,0 до 6,0 мм; ширина – от 1000 до 2350 мм.

Телескопичность рулонов не должна превышать 70 мм для полос толщиной до 2,5 мм включительно и 50 мм – для полос толщиной свыше 2,5 мм. Поверхность горячекатаного проката должна быть без плен, порезов, пузырей, закатов, трещин, вкатанных инородных частиц, сквозных разрывов, вкатанной окалины.

3.1.2. Травление горячекатаных полос на непрерывных травильных агрегатах

Технология травления металла включает:

- установку рулонов на размотчик, заправку и размотку полосы;
- обрезку переднего и заднего конца;
- сварку концов обрабатываемых рулонов;
- дрессировку;
- процесс травления окалины в соляной кислоте;
- промывку и сушку полосы;
- очистку от паров соляной кислоты;
- операции в выходной секции.

Рулоны со склада поступают на гильотинные ножницы для обрезки переднего и заднего концов рулона.

При обнаружении после обрезки концов полос поверхностных дефектов, производится дополнительная обрезка концов до удаления дефектов. Полоса должна быть обрезана под прямым углом, не иметь загибов, заусенцев, рванин от выкрошки ножей.

Далее полоса поступает к стыкосварочной машине, на которой производится сварка конца предыдущей полосы с передним концом последующей полосы. В случае получения некачественного шва, дефектный шов вырезается на ножницах и производится повторная сварка.

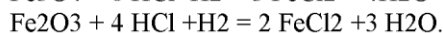
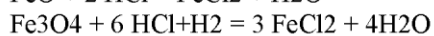
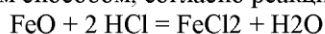
Дрессировка полосы производится с целью разрушения окалины, для ускорения процесса травления, а также для обеспечения требуемого профиля полосы. Обжатие при дрессировке устанавливается согласно табл. 2.

Таблица 2

Обжатие в дрессировочной клетке

Металл	Обжатие, %
Горячекатаный травленый прокат по ГОСТ 4041, ГОСТ 16523, ТУ 14-1-3561 и другим НД	0,5 – 1,5
Остальной металл	0,5 - 8,0

Процесс травления производится для удаления окалины с поверхности горячекатаной полосы. Стравливание окалины происходит химическим способом, согласно реакциям:



Режим работы ванны травления приведен в табл. 3.

Таблица 3

Режим работы ванны травления

№ отсека	Массовая концентрация, г/дм ³		Температура, °С
	HCl, не менее	FeCl ₂ , не более	
1	40	300	70-85
4	80	150	

Примечание – Концентрации травильных растворов во 2-ом и 3-ем отсеках травильной ванны не нормируются

Скоростные режимы от 0,5 до 4,0 м/с должны обеспечивать полное вытравливание воздушной окалины, в том числе и в районе швов.

Метрологическое обеспечение технологического процесса травления горячекатаного металла представлено в табл. 4.

Таблица 4

Метрологическое обеспечение (агрегат непрерывного травления)

Наименование контролируемого параметра, единицы измерения	Рабочий диапазон и допускаемые значения параметров	Рекомендуемые средства измерения				
		Наименование, тип и НТД на средства измерения	Класс точности	Пределы измерения	Цена деления	Периодичность измерения параметра
Скорость движения полосы	0,5÷3,3 м/с	Потенциометр	второй	0÷5 м/с	0,1	постоянно
Удлинение полосы	(0÷5 %)	Датчик удлинения с потенциометром	-/-	0÷10 %	0,1	-/-
pH в ванне горячей промывки	-	pH метр с потенциометром	-/-	2-12 pH	0,1	-/-
Расход воды на промывку	20÷50 м ³ /ч	Дифманометр и вторичный прибор	-/-	0÷100 м ³ /ч	0,1	-/-
Температура раствора	100°С	Термопара	-/-	0÷150°С	1°	-/-
Температура воздуха в сушильном устройстве	До 100°С	Термопара	-/-	0÷150°С	1°	-/-

Продолжение табл. 4

Наименование контролируемого параметра, единицы измерения	Рабочий диапазон и допускаемые значения параметров	Рекомендуемые средства измерения				
		Наименование, тип и НТД на средства измерения	Класс точности	Пределы измерения	Цена деления	Периодичность измерения параметра
		Манометр	-//-	0÷10 атм (0÷1 мПа)	0,1	-//-
Толщина полосы	1,5÷6,0 мм	Микрометр	-//-	0÷10 мм	0,01	-//-
Расход воды	500÷1000 м ³ /ч	Расходомер	-//-	0÷1000 м ³ /ч	0,1	-//-
Зазор между ножами	0,1	Набор щупов	-//-	0,01-3,0 мм	0,01	При настройке ножей

Промывка полосы после травления производится в пятиступенчатой, струйной ванне промывки с помощью системы коллекторов с распылительными форсунками и удалением ее излишков. После струйной промывки полосу сушат в сушилках воздухом, подогретым до температуры не менее 130 °С, с дополнительным сдувом остатков воды с кромок полосы воздухом, с температурой окружающей среды.

3.1.3. Прокатка на непрерывном 4-х клетевом стане 2500

Непрерывный 4-клетевой стан «2500» предназначен для холодной прокатки травленных горячекатаных полос, смотанных в рулоны массой до 35 тонн. Схема расположения оборудования непрерывного стана 2500 показана на рис. 5.

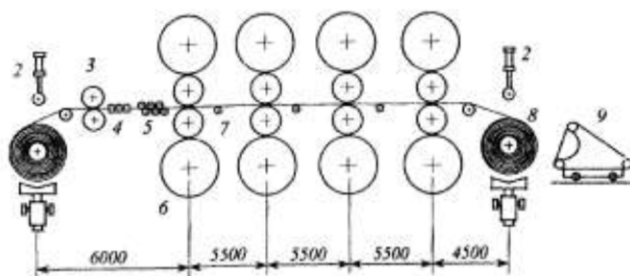


Рис. 5. Схема расположения оборудования непрерывного стана 2500 ОАО «ММК»: 1 - размотыватель; 2 – ролик прижимной; 3 – ролики подающие; 4 – проводка роликовая центрирующая; 5 – стол роликовый проводковый; 6 – клеть рабочая; 7 – ролик тензометрический; 8 – моталка; 9 – захлестыватель

Метрологическое обеспечение технологического процесса прокатки приведено в табл. 5.

Таблица 5

Метрологическое обеспечение технологического процесса прокатки металла на 4-х клетевом стане «2500»

Наименование контролируемой операции технологического процесса или агрегата в соответствии с пунктом ТИ- 101-П-ХЛ5-156-2008	Наименование контролируемого параметра, ед. изм.	Рабочий диапазон параметра	Требование к точности (допуск); быстродействию измерительной информации	Средства измерений (наименование НД)	Периодичность контроля параметра, ответственный
Входной контроль продукции (подката) и контроль готовой продукции пп. 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 3, 5 ТИ	толщина полосы, мм	0,45-6,00	±0,01	Радиоизотопный измеритель толщины полосы за 1-й клетью - FMM2620 за 4-й клетью - F2000	Каждый раз при переходе на новый профиль-размер, ст. вальцовщик, контролер ОКП
Контроль технологических параметров пп.3.17, 3.18, 5 ТИ	натяжение полосы, кН (сила тока двигателя моталки, А)	0-12,5	1,0	Амперметр ГОСТ 8711-93, шкаф ШИН	Постоянно ст. вальцовщик, вальцовщик, оператор
Контроль технологических параметров пп. 3, 5, табл. 11 ТИ	скорость прокатки, м/с (напряжение на клетях главного привода, В)	0-16	2,0	Вольтметр ГОСТ 8711-93, импульсный датчик СУРС	Постоянно ст. вальцовщик, вальцовщик, оператор
Контроль технологических параметров, пп. 3, 5, 8, 10 ТИ	температура эмульсии, °С	50-55	±5	Термометр ТКП-100	Постоянно ст. вальцовщик
	давление эмульсии, (МПа)	0,2-0,4	±0,05	Метран 100 - ДИ-1150 Регистратор YOKOGAWA DX 210	Постоянно, ст. вальцовщик
	расход эмульсии, м3/ч	100-500	±30	Сапфир-22М-ДД-2440 Регистратор YOKOGAWA DX210	Постоянно, ст. вальцовщик, контролер ОКП
	давление масла в ПДЖТ, кгс/см2	0,8-1,8	±0,1	Манометр ГОСТ 2405-88	Постоянно ст. вальцовщик, вальцовщик

Продолжение табл. 5

Наименование контролируемой операции технологического процесса или агрегата в соответствии с пунктом ТИ- 101-П-ХЛ5-156-2008	Наименование контролируемого параметра, ед. изм.	Рабочий диапазон параметра	Требование к точности (допуск); быстродействию измерительной информации	Средства измерений (наименование НД)	Периодичность контроля параметра, ответственный
	нагрузка на клетях главного привода 1,2,3,4 (сила тока), кА	0-6	1,0	Амперметр ГОСТ 8711-93	Постоянно ст. вальцовщик, вальцовщик, оператор
	температура ПЖТ, °С	40-65	±1	Преобразователь сопротивления ТС21 Технограф 160	Постоянно, ст. вальцовщик
	температура редукторов, °С	40-60	±1	Преобразователь термоэлектрический ТХК Технограф 160	Постоянно, ст. вальцовщик
	шероховатость поверхности полосы по параметру Ra, мкм	0,32-10,0	±0,1	Прибор измерения шероховатости	- после первых 500 т проката; -от 500 до 1000 т проката - через 200 т; - свыше 1000 т проката – через каждые 100 т; ст. вальцовщик

3.1.4. Отделка полосы

Важнейшим элементом технологического процесса производства холоднокатаной стали является ее термическая обработка - рекристаллизационный отжиг. Термическая обработка холоднокатаного листа регулирует конечную структуру и свойства. Малоуглеродистые конструкционные стали отжигают при субкритических (ниже т. А3) температурах. Основной задачей субкритического отпуска является разупрочнение холоднодеформированного металла, обеспечение оптимальной микрогеометрии и внутрикристаллического строения ферритного зерна распределения примесей и диспергированных в феррите фаз для повышения пластичности и способности листового металла к вытяжке при холодной штамповке. Режим отжига должен обеспечивать полную рекристаллизацию феррита.

Рекристаллизационный отжиг – термическая обработка, которая включает нагрев до температуры, превышающей температуру рекристаллизации, выдержку при этой температуре и охлаждение, служит для сня-

тия наклепа холоднокатаной полосы и восстановления ее пластических свойств.

Термическое отделение предназначено для светлого рекристаллизационного отжига плотно смотанных рулонов низкоуглеродистой полосы толщиной 0,35 – 3,5 мм. Отжиг производится в колпаковых одностопных газовых печах с защитной атмосферой.

Металл после термообработки в колпаковых печах на территории термического участка находится в виде рулонов плотно смотанной полосы, поэтому возможен только визуальный контроль поверхности наружных витков и торцов рулонов, определяемые показатели по НД – цвета побежалости, сажа.

Метрологическое обеспечение технологического процесса отжига приведено в табл. 6.

Таблица 6

Метрологическое обеспечение

Наимен. контролируемой операции технологического процесса в соответствии с пунктом ТИ	Наимен. контролируемого параметра, ед. измер.	Рабочий диапазон и допустимые значения параметра	Средства измерений и(или) методики выполнения измерений				Периодичность контроля параметра, ответственный
			Наименование и НД на средство (методику) измерения (испытания)	Погрешность, %, класс точности	Пределы измерений, ед. изм.	Цена деления	
Подготовка печного стенда к отжигу п.4.2.1	Высота конца стеновой термопары над подовой плитой, мм	Не более 5	Линейка ГОСТ 427-75	-	0-500 мм	1	Перед упаковкой металла на стенд. Термист
Подготовка печи к пуску и пуск печи п.3.13, 4.5.6, 4.5.9	Давление природного газа в общем газопроводе термического отделения, кПа	60-100	Датчик давления Метран 100 ДИ ГОСТ 22520 Счетчик-корректор СПГ 762 ГОСТ 26.011-80	0,5 0,1	0÷160 кПа	5	Постоянно, старший термист, термист
	Температура под колпаком, °С Под муфелем, °С	Не более 920 Не более 710	Термопара ТХА, Технограф-160 ГОСТ Р 8.585-2001 Потенциометр ФЦЛ Микроконтроллер МСКУ	0,25 0,5	0-1100 °С	10	1 раз в час, штабелировщик 1 раз в мин.
И т.д.							

Дрессировка холоднокатаных полос на станах 2500 и 1700. Назначение процесса дрессировки – предотвращение появления линии сдвига в процессе штамповки изделий у потребителя, обеспечение требуемой плоскостности, отделка поверхности холоднокатаной полосы после отжига, улучшение механических свойств металла и придание товарного вида.

Механические свойства должны соответствовать требованиям НД на поставку готовой продукции. Величина обжатия холоднокатаного отожженного металла зависит от марки стали, толщины полосы и составляет 1-3%.

Порезка полос на листы на агрегате поперечной резки (АПП-2, АПП-3). Агрегаты поперечной резки предназначены для резки рулонного проката на листы заданной длины, обрезки некачественных концов полосы и боковых кромок, промасливания, сортировки и укладки листов в пачки и контроля качества холоднокатаной полосы.

Порезка полос на агрегате продольной резки (АПП-4,5, АПП-8, АПП-9). Агрегаты продольной резки предназначены для обрезки боковых кромок полос, а также для роспуска широких полос на узкие полосы, промасливания полос, смотки в плотные рулоны, обвязки и уборки рулонов с агрегатов.

Примечание. Привести метрологическое обеспечение по всем технологическим процессам производства продукции.

Схема производства холоднокатаного листа в условиях ЛПЦ-5 ОАО «ММК» представлена в Приложении Г.

3.2. Анализ брака при производстве холоднокатаного листа

Анализ выхода брака по 4-х клетевому стану «2500» представлен в табл. 7. Диаграмма Парето по видам дефектов приведена на рис. 6.

Таблица 7

Анализ выхода брака по 4х клетевому стану «2500»

Типы дефектов	Количество, т	Доля дефектов, %	
		по каждому признаку	сумма
волнистость	52,6	41,62	41,62
коробоватость	26,26	20,78	62,40
гофра	18,53	14,66	77,06
разнотолщинность	15,57	12,32	89,38
местный короб	4,38	3,47	92,85
тонкий	2,76	2,18	95,03
царапина от утяжки	1,56	1,23	96,27
рванина на кромках	1,38	1,09	97,36
надав	1,28	1,01	98,37
порез	1,22	0,97	99,34

отпечатки	0,44	0,35	99,68
вкатанные инородные частицы	0,4	0,32	100,00
Итого	126,38	100	

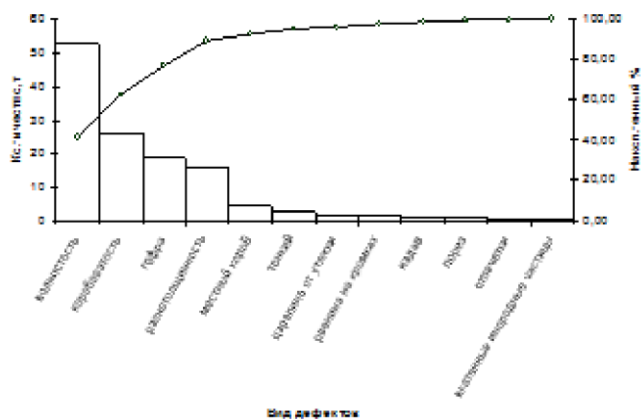


Рис. 6. Диаграмма Парето по видам дефектов

Из диаграммы Парето видно, что наиболее значимыми являются дефекты: «волнистость», «коробоватость», «гофра», «разнотолщинность», «местный короб». Основной претензией от заводов потребителей является неплоскостность холоднокатаного листа.

3.3. Разработка методов и средств измерений и контроля

Произвести анализ информационного сопровождения технологического процесса (ТП) по следующему принципу:

1. Если какой-либо параметр в реальном ТП не контролируется, а его величина влияет на качество продукции, необходимо предусмотреть.
2. Если контроль технологического параметра предусмотрен методами разрушающего контроля, эпизодического контроля, то необходимо обеспечить метод неразрушающего контроля (НК), непрерывного контроля.
3. Если в ТП реализован непрерывный метод НК, необходимо перевести его в режим автоматизированного или автоматического контроля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ТИ-101-П-ХЛ5-159-2009 Дрессировка холоднокатаных полос на стане 2500.

2. ТИ-101-П-ХЛ5-157-2009 Отжиг рулонов холоднокатаной стальной полосы в азотоводородных колпаковых печах листопрокатного цеха № 5.

3. ГОСТ 26877-91.Metalлопродукция. Методы измерения отклонений формы. – М.: Издательство стандартов, 1991 - 19 с.

4. ГОСТ 19904-90. Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент. – М.: Издательство стандартов, 1990 - 10 с.

6. Управление качеством тонколистового проката / В.Л. Мазур, А.М. Сафьян, И.Ю. Приходько, А.И. Яценко – К.: Техника, 1997 – 384 с.

Приложение А
(обязательное)
Форма титульного листа курсовой работы

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»
Кафедра технологий, сертификации и сервиса автомобилей

КУРСОВАЯ РАБОТА

По дисциплине «Методы и средства измерений и контроля»
На тему: _____

Исполнитель: _____ студент 4 курса, группа _____
(Ф.И.О.)

Руководитель: _____
(Ф.И.О., должность, ученая степень, ученое звание)

Работа допущена к защите « ____ » _____ 20 ____ г. _____
(подпись)

Работа защищена « ____ » _____ 20 ____ г. с оценкой _____
(подпись)

Магнитогорск, 20 ____ г.

Приложение Б
(обязательное)
Форма задания на курсовую работу

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»
Кафедра технологий, сертификации и сервиса автомобилей

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Тема: _____

Студенту _____
(Фамилия, имя, отчество)

Исходные данные: _____

Срок сдачи: «__» _____ 20__ г.
Руководитель: _____ / _____ /
(подпись) (расшифровка подписи)

Задание получил: _____ / _____ /
(подпись) (расшифровка подписи)

Магнитогорск, 20__ г.

Приложение В
(справочное)

Примеры библиографических описаний

1. Описание изданий с одним автором

Мышкис А.Д. Лекции по высшей математике: учеб. пособие. 6-е изд., испр. СПб.: Лань, 2009. 688 с.

2. Описание с четырьмя авторами

Задачник по физике: учеб. пособие / А.Г. Чертов и др. 8-е изд., перераб. и доп. – М. : Физматлит, 2008. 640 с.

3. Описание многотомных изданий

Материалы и элементы электронной техники: в 2-х т. Т.1: Проводники, полупроводники, диэлектрики / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. М.: ИЦ Академия, 2006. 440 с.

4. Описание электронных изданий локального доступа

Рассолов М.М. Актуальные проблемы теории государства и права. 2-е изд. перераб. и доп. М. : ЮНИТИ-ДАНА: Закон и право, 2011. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

5. Описание электронных изданий удаленного доступа

История политических учений [Электронный ресурс] / А.И. Демидов, А.Ф. Бичехвост, Т.А. Алексеева; Отв. ред. А.И. Демидов. М.: Норма. 2013. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=373342>.

6. Описание законодательных материалов

Гражданский процессуальный кодекс РСФСР: [принят третьей сес. Верхов. Совета РСФСР шестого созыва 11 июня 1964 г.] : офиц. текст : по состоянию на 15 нояб. 2001 г. / М-во юстиции Рос. Федерации. М. : Маркетинг, 2001. 159с.

7. Описание стандартов

ГОСТ Р 517721–2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. М.: Изд-во стандартов, 2001, 27 с.

8. Описание патентных документов

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК⁷ Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И. // БИПМ, 2001. № 23. С.3-4.

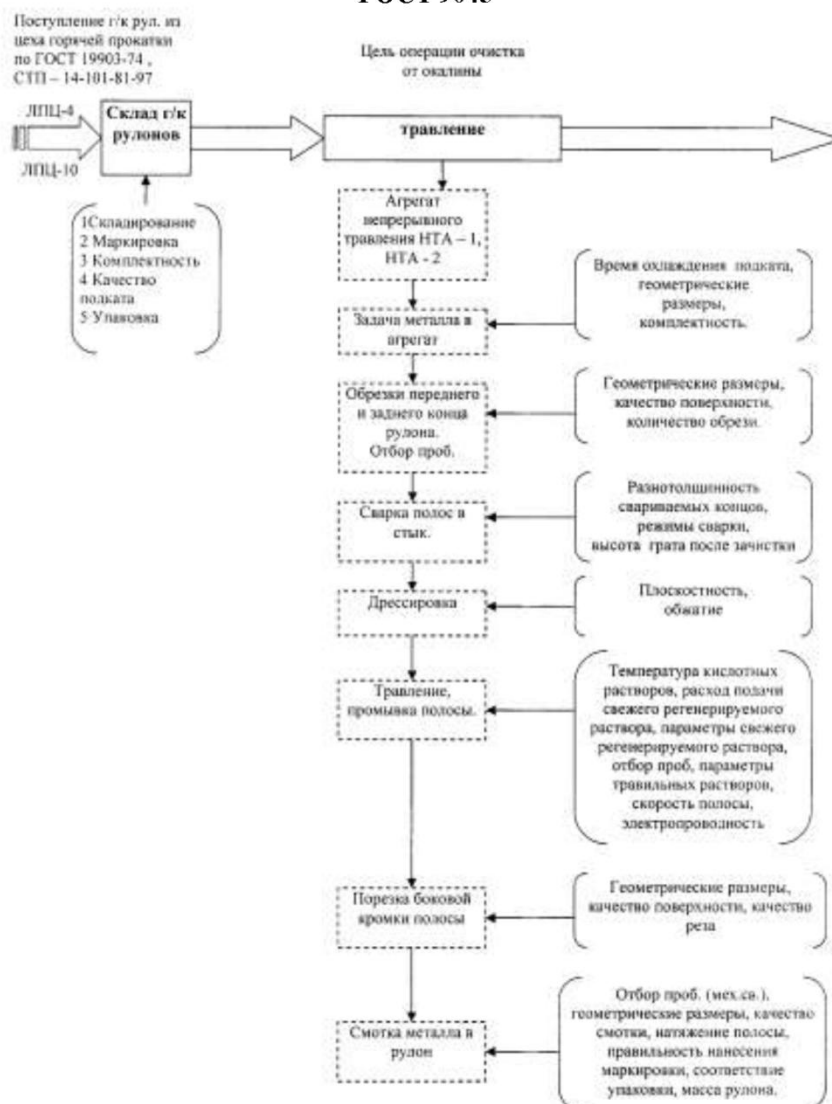
9. Описание сериальных и других продолжающихся ресурсов

Актуальные проблемы современной науки: информ.-аналит. журн. / учредитель ООО «Компания «Спутник +». 2001, июнь. М.: Спутник +, 2001.

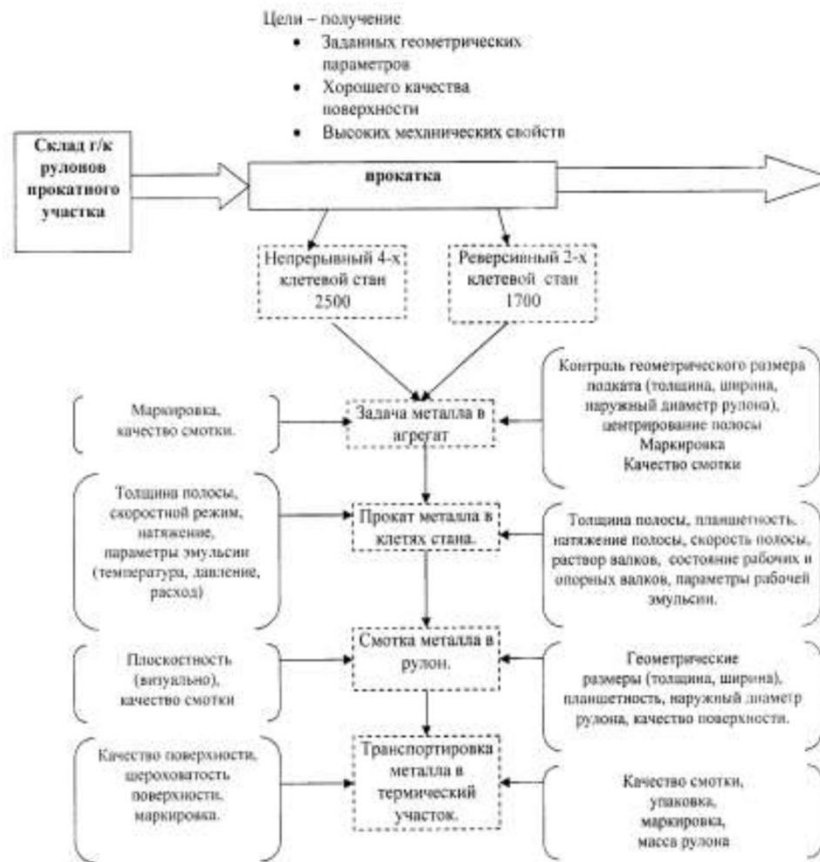
10. Описание продолжающегося сборника

Вопросы инженерной сейсмологии: сб. науч. тр. / Рос. акад. наук, Ин-т физики Земли. Вып. 1 (1958). М.: Наука, 2001. 137 с.

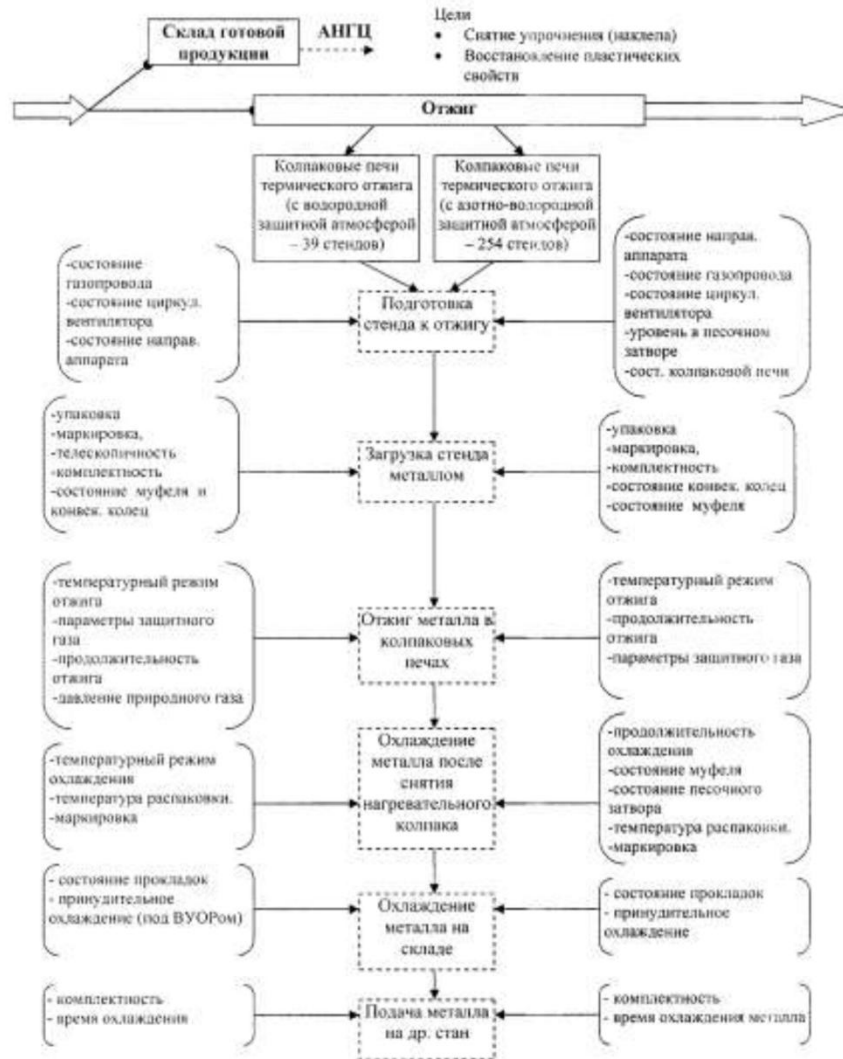
Приложение Г
(обязательное)
Технологическая схема производства холоднокатаного листа по ГОСТ 9045



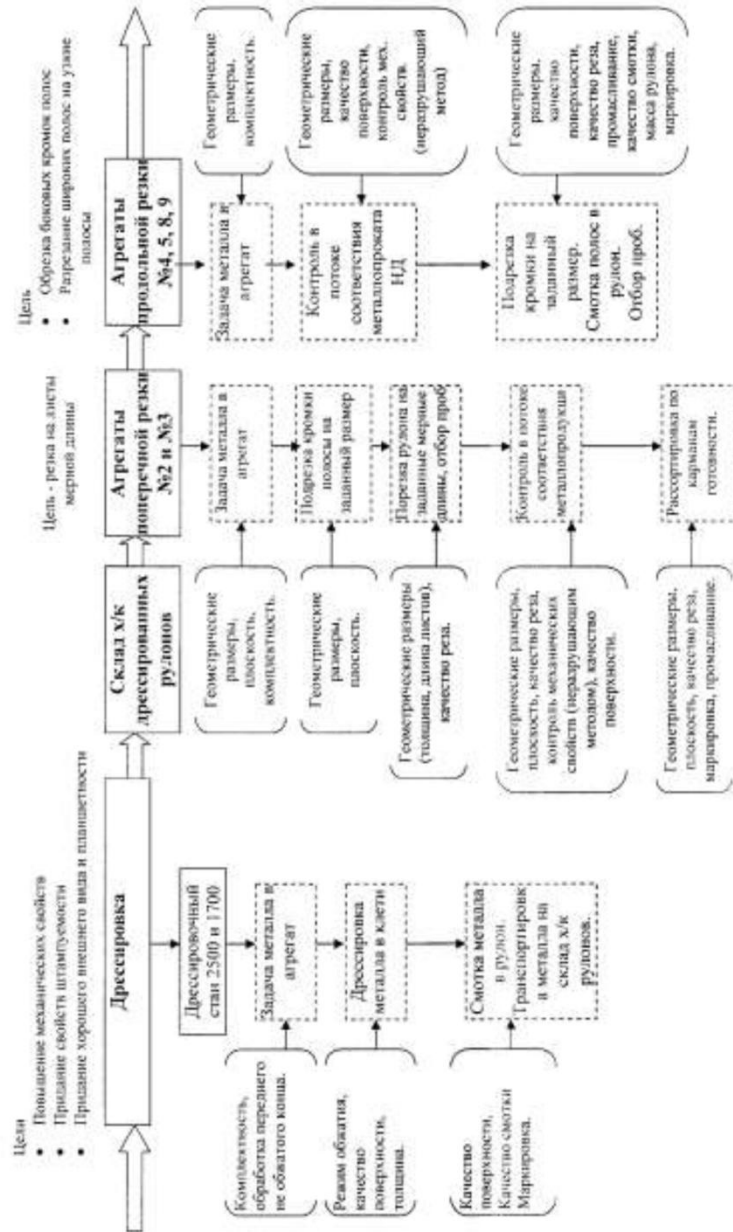
Продолжение Приложения Г



Продолжение Приложения Г



Продолжение Приложения Г



Продолжение Приложения Г



