Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.06.2025 11:59:52
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«27» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Экология современных металлургических производств

Направление подготовки
22.03.02. «Металлургия

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Инновации в металлургии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очно-заочная, заочная

Москва, 2025 г.

Разработчик:

Доцент кафедры металлургии  Волгина Н.И.

Согласовано:

Заведующий кафедрой металлургии  Шульгин А.В.

Содержание

.....3
1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине.....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....6
3. Структура и содержание дисциплины.....6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....12
5. Материально-техническое обеспечение.....14
6. Методические рекомендации.....14
7. Фонд оценочных средств.....15
Форма промежуточной аттестации: экзамен.....15

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области обработки металлов давлением, развитие и углубление знаний по механике сплошных сред применительно к теории и технологии обработки металлов давлением

Задачи:

– изучение общих закономерностей протекания пластических деформаций в технологиях обработки металлов давлением;

– изучение причин неравномерности деформации и способов предотвращения дефектов;

– изучение законов механики обработки металлов давлением, определяющих напряженно- деформированное состояние и силовые характеристики процессов обработки металлов давлением;

– формирование навыков исследования характера формоизменения заготовок в технологиях обработки металлов давлением.

Планируемые результаты обучения – освоение основных закономерностей процессов пластической деформации, способов производства металлопродукции, овладение теоретическими основами природой прочности, пластичности и разрушения металлов и сплавов

Обучение по дисциплине «Экология современных металлургических производств» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК -8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	ИУК-8.1. Анализирует и идентифицирует факторы вредного влияния на жизнедеятельность элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений), а также опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности ИУК-8.2. Понимает важность поддержания безопасных условий труда и жизнедеятельности, сохранения природной среды для обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов ИУК-8.3. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных

	ситуаций природного и техногенного происхождения и военных конфликтов, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях
ПК-2. Способен обеспечить выполнение производственного задания подразделением производства горячекатаного проката цветных металлов и сплавов.	ИПК-2.1. Знает основные технологии металлургического производства, статистическую обработку данных. ИПК-2.2. Умеет устанавливать отклонения данных от нормального распределения, обнаруживать и исключать выбросы в выборке данных, обосновывать решения ИПК-2.3. Владеет применением основ теории металлургических процессов при решении технологических задач металлургического производства.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».
«Экология современных металлургических производств» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Безопасность жизнедеятельности;
- История развития металлургии;
- Металлургические технологии.
- Инновации в металлургии;
- Оборудование металлургических производств.
- Защита металлов от коррозии

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1.Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
1	**Аудиторные занятия**	**54**	8
	В том числе:		
1.1	Лекции	28	8
1.2	Семинарские/практические занятия	18	8
1.3	Лабораторные занятия	8	8

2	**Самостоятельная работа**	**126**	8
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**180**	8

3.1.2.Заочная форма обучения

№ п/п	**Вид учебной работы**	**Количество часов**	**Семестр**
1	**Аудиторные занятия**	**22**	**8**
	В том числе:		8
1.1	Лекции	10	8
1.2	Семинарские/практические занятия	4	8
1.3	Лабораторные занятия	8	8
2	**Самостоятельная работа**	**158**	**8**
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		Экзамен
	Итого	**180**	**8**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1.Очно-заочная форма обучения

п/п	**Разделы/темы Дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	Раздел 1. Охрана природы.	**53**	**10**	**4**	**4**		**35**
1 1.1	Тема 1. Общие сведения об окружающей среде, экологии технологических процессов и безотходной (малоотходной) технологии производства металлопродукции. Природоохранные законы.	11	2		2		7
1.2	Тема 2 Нормирование качества окружающей среды. Факторы, определяющие устойчивость биосфе ры: - взаимодействие живых организмов с окружаю щей средой; - естественные процессы, протекающие в атмосфере, гидросфере, литосфере;	11	2	2			7

	характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу;						
1.3	Тема 3. Принципы рационального природопользования. Опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники проникновения, теорию защиты);	11	2	2			7
1.4	Тема 4. Газовые и аэрозольные вредные выбросы в атмосферу. Предельно допустимые концентрации и выбросы вредных веществ в атмосферу.	11	2		2		7
1.5	**Тема 5.** Основы безотходной технологии. Безотходные и малоотходные технологии производства стали и чугуна. Пути повышения безотходности производства.	9	2				7
2 **2**	**Раздел 2. Отходы металлургического производства.**	**104**	**13**	**10**	**4**		**77**
2.1	Классификация отходов производства и способы их утилизации. Материальные и энергетические отходы.	8	1				7
2.2	Образование газообразных вредных веществ и сажи при горении топлива. Факторы, влияющие на концентрацию вредных веществ в уходящих газах.	10	1	2			7
2.3	Образование пыли (дыма) при продувке металла кислородом или кислородсодержащим газом	10	1	2			7
2.4	Методы снижения газообразных вредных отходов, образующихся при горении. Технологические методы снижения концентрации вредных веществ в продуктах сгорания.	10	1	2			7
2.5	Уменьшение токсичности выбросов изменением топливного баланса завода. Химическая очистка продуктов горения от вредных веществ.	10	2	2			7
2.6	Образование твердых и жидких отходов металлургического производства и их классификация.	8	1				7

2.7	**2.7**.Основы переработки пылей и шламов черной металлургии и их комплексная переработка	10	1		2		7
2.8	Переработка и использование металлургических шлаков. Использование продукции из металлургических шлаков.	9	2				7
2.9	Особенности переработки доменных и сталеплавильных шлаков. Производство гранулированного шлака.	9	2				7
2.10	Очистка сточных вод металлургических предприятий. Методы и способы очистки.	12	1	2	2		7
3	**Раздел 3. Перспективные направления охраны природы и ресурсосбережения**	**23**	**5**	**4**			**14**
3.1	Экологический ущерб и его оценка. Защита воздушного бассейна в металлургии.	10	2	1			7
3.2	Борьба с организованными и неорганизованными выбросами.	7	2	1			4
3.3	**3.2** Энерго- и материалосбережение в перспективе	7	2	2			3
	Итого	**180**	**28**	**18**	**8**		**126**

3.2.2. Заочная форма обучения

п/п	**Разделы/темы Дисциплины**	**Трудоемкость, час**					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	Раздел 1. Охрана природы.	**53**	**10**	**4**	**4**		**35**
1 1.1	Тема 1. Общие сведения об окружающей среде, экологии технологических процессов и безотходной (малоотходной) технологии производства металлопродукции. Природоохранные законы.	11	2		2		7
1.2	Тема 2 Нормирование качества окружающей среды. Факторы, определяющие устойчивость	11	2	2			7

	биосфе ры: - взаимодействие живых организмов с окружаю щей средой; - естественные процессы, протекающие в атмосфере, гидросфере, литосфере; характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу;						
1.3	Тема 3. Принципы рационального природопользования. Опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники проникновения, теорию защиты);	11	2	2			7
1.4	Тема 4. Газовые и аэрозольные вредные выбросы в атмосферу. Предельно допустимые концентрации и выбросы вредных веществ в атмосферу.	11	2		2		7
1.5	**Тема 5.** Основы безотходной технологии. Безотходные и малоотходные технологии производства стали и чугуна. Пути повышения безотходности производства.	9	2				7
2	**Раздел 2. Отходы металлургического производства.**	**104**	**13**	**10**	**4**		**77**
2.1	Классификация отходов производства и способы их утилизации. Материальные и энергетические отходы.	8	1				7
2.2	Образование газообразных вредных веществ и сажи при горении топлива. Факторы, влияющие на концентрацию вредных веществ в уходящих газах.	10	1	2			7
2.3	Образование пыли (дыма) при продувке металла кислородом или кислородсодержащим газом	10	1	2			7
2.4	Методы снижения газообразных вредных отходов, образующихся при горении. Технологические методы снижения концентрации вредных веществ в продуктах сгорания.	10	1	2			7
2.5	Уменьшение токсичности выбросов изменением топливного баланса	10	2	2			7

	завода. Химическая очистка продуктов горения от вредных веществ.						
2.6	Образование твердых и жидких отходов металлургического производства и их классификация.	8	1				7
2.7	**2.7**.Основы переработки пылей и шламов черной металлургии и их комплексная переработка	10	1		2		7
2.8	Переработка и использование металлургических шлаков. Использование продукции из металлургических шлаков.	9	2				7
2.9	Особенности переработки доменных и сталеплавильных шлаков. Производство гранулированного шлака.	9	2				7
2.10	Очистка сточных вод металлургических предприятий. Методы и способы очистки.	12	1	2	2		7
3	**Раздел 3. Перспективные направления охраны природы и ресурсосбережения**	**23**	**5**	**4**			**14**
3.1	Экологический ущерб и его оценка. Защита воздушного бассейна в металлургии.	10	2	1			7
3.2	Борьба с организованными и неорганизованными выбросами.	7	2	1			4
3.3	**3.2** Энерго- и материалосбережение в перспективе	7	2	2			3
	Итого	**180**	**10**	**4**	**8**		**158**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Охрана природы.

Общие сведения об окружающей среде, экологии технологических процессов и безотходной (малоотходной) технологии производства металлопродукции. Основные законы по охране природы. Нормирование качества окружающей среды. Понятие о безотходной технологии. Пути повышения безотходности производства. Классификация и характеристика утилизируемых отходов производства. Энергетические и материальные отходы. Показатели безотходности и использования отходов. Система экологического мониторинга металлургического производства. Загрязнения окружающей среды металлургическими предприятиями. Экологическая экспертиза.

Раздел 2. Отходы металлургического производства.

Источники образования отходов на металлургических предприятиях. Образование основных вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу. Твердые отходы и их влияние на природу и здоровье человека. Образование газообразных вредных веществ и сажи при

сжигании топлива. Оценка концентрации вредных веществ в продуктах горения топлива. Образование пыли (дыма) при продувке металла кислородом или кислородсодержащими газами. Загрязнения металлургическими предприятиями водоемов. Источники образования загрязненных сточных вод. Самоочищение водоемов. Методы очистки водоемов. Загрязнения почвы металлургическими предприятиями.

Радел 3. Перспективы и методы снижения вредных веществ – побочного производства металлопродукции металлургическими предприятиями. Экологический ущерб и его оценка. Защита воздушного бассейна в металлургии. Борьба с организованными и неорганизованными выбросами.

Технологические методы снижения концентрации вредных веществ в продуктах горения топлива. Химическая очистка продуктов сгорания от вредных веществ. Безотходные и малоотходные технологии производства металлов. Переработка отходов металлургического производства. Методы рационального водопользования. Экономические показатели природоохранных мероприятий.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1.Семинарские/практические занятия

Практическое занятие 1. Мониторинг и оценивание загрязнения почв.
Практическое занятие 2. Мониторинг и оценивание загрязнения вод.
Практическое занятие 3. Проба, отбор и подготовка проб при мониторинге.

3.4.2.Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Учебным планом не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

При изучении дисциплины не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушев А.М. Общая металлургия. М.: Академкнига, 2005. 768 с.

2. Рыбальченко И.В. Аналитическая химия. Химические и физико- химические методы анализа. Лабораторный практикум. М.: МГОУ, 2009. 68 с.

3. Щелоков Я.М. Экологические проблемы энергоемких производств. М.: Теплотехник, 2008. 304с.

4. Шульц Л.А. Элементы безотходной технологии в металлургии. М: Металлургия, 1991, 174 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Тарасов А.В., Уткин Н.И. Общая металлургия. М.: Металлургия, 1997. 590 с.

2. Роман О.В., Габриелов И.П. Порошковая металлургия – безотходная энергосберегающая технология. Минск, Беларусь, 1986. 159 с.

3. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. Л.: Недра,1988, 312 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Экология современных металлургических производств
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=4811

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электрон- ном виде, представленные на сайте http://lib.mami.ru в разделе «Электронные ресурсы».

Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:

– Интерактивный учебник: Основы металлургии | Металлургический портал MetalSpace.ru
http://www.metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii.html

– Металлургические процессы
http://starkproject.com/metal/nonferrous-metallurgy/1893-metallurgical- processes.html

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1.	Мой Офис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
1.	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
1.	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
2.	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
1.	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории кафедры «Металлургия» ав1204, ав1205, ав1206, ав1206а оснащены ноутбуками, проектором, экраном, учебным материалом.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

При организации учебных занятий (лекций, семинаров, практических занятий, лабораторных, самостоятельных и выпускных работ, а также курсового проектирования) следует использовать элементы интерактивного обучения на всех этапах для вовлечения студентов в процесс познания. Для этого целесообразно использовать следующие формы:

– диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и студента;

– моделирование, то есть воспроизведение в условиях обучения по данной дисциплине процессов, происходящих в реальности;

– компьютеризация обучения для интенсификации и расширения возможностей образовательного процесса;

– использование средств наглядности: стенды с комплектом учебно-методической литературы, плакаты по темам, натурные образцы, мультимедийные системы, картотеку учебных видеослайдов и видеофильмов и др.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для максимальной индивидуализации деятельности студента, Учебным планом предусматривается время для самостоятельной работы.

Среди основных видов самостоятельной работы традиционно выделяют: творческую деятельность студента в аудитории, при внеаудиторных контактах с преподавателем на консультациях и домашней подготовке к лекциям, семинарским и практическим занятиям, зачетам и экзаменам, презентациям и докладам; написание рефератов, выполнение лабораторных и контрольных работ; участие в научной работе и пр.

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом всех предусмотренных форм текущего контроля.

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, но правильное соот ветствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах

	показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости и промежуточных аттестаций и следующие виды самостоятельной работы:

– изучение рекомендуемой литературы при подготовке к лекционным, практическим и самостоятельным (контрольным) заданиям;

– бланковое и компьютерное тестирование;

– рефераты, доклады на СНК.

Планирование времени на самостоятельную работу студентам лучше осуществлять на весь семестр и предусматривать регулярное повторение пройденного учебного материала.

Для более углубленного изучения рекомендуется использовать издания, указанные в списке дополнительной литературы.

Для расширения знаний следует использовать также сведения, полученные из Интернет-источников на соответствующих сайтах, а также проводить поиск в различных системах, таких как Yandex, Rambler, и пользоваться специализированными сайтами, такими как www.anticor.ru, http://www.naukaran.ru, http://www.maik.ru и другими, рекомендованными преподавателем на лекционных занятиях.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
УК-8	Способностью создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
ПК-2	Способностью обеспечить выполнение производственного задания подразделением производства горячекатаного проката цветных

	металлов и сплавов.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

1. Способы придания металлу формы: литье, обработка резанием, спекание Переработка и использование пылей и шламов черной металлургии
2. Переработка и использование металлургических шлаков.
3. Материальные отходы и их классификация
4. Утилизация технологических и сбросных газов в черной и цветной металлургии
5. Образование вредных веществ при сжигании топлива.
6. Параметры горения, определяющие концентрацию оксидов азота и углерода в уходящих газах.
7. Влияние коэффициента расхода воздуха на уровень токсичности отходящих газов
8. Газогорелочные устройства, минимизирующие выбросы вредных веществ.
9. Как различаются по уровню токсичности вредные вещества, образующиеся при горении различных видов топлива?
10. ПДВ и ПДК и их значения при сжигании различных топлив
11. Безотходные и малоотходные технологии в металлургическом производстве.
12. Загрязнение природных вод.
13. Какие проблемы порождают отходы производства?
14. Вторичные материальные ресурсы и их разделение на подгруппы
15. Очистка дымовых газов после нагревательных и термических печей.
16. Загрязнители металлургического производства.
17. Показатели безотходности технологических процессов.
18. Экологические показатели безотходности.
19. Топливно-энергетические показатели безотходности.
20. Энергоемкость продукции и ее определение.
21. Пути снижения энергоемкости стали
22. Основные источники вредных выбросов и их характеристика.
23. Способы совершенствования технологических процессов в металлургии, приводящие к снижению вредных выбросов
24. Экологическая экспертиза и ее правовая основа.