

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
инженерного класса по профилю  
«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ»**

2023



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор ГОУВПО «ДОННТУ»

С.В. Борщевский

2023 г.

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
инженерного класса по профилю  
«Инновационные технологии в металлургии»**

Рассмотрено и утверждено на  
заседании Совета факультета  
металлургии и теплоэнергетики  
Протокол № 2 от «24» марта 2023 г.

Декан ФМТ

С.М. Сафьянц



2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. Период обучения профилю и нагрузка учащихся .....	5
1.1. Обоснование периода обучения .....	5
1.2. Нагрузка учащихся.....	6
1.3. Внеучебная деятельность в рамках профиля .....	7
2. Рабочие программы дисциплин в рамках профиля .....	8
3. Требования к оборудованию и расходным материалам.....	62
4. Примерный план мероприятий внеучебной деятельности.....	65
5. Перечень предприятий, осуществляющих инженерно-техническую деятельность по профилю.....	66

## ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение потребности в профессиональных инженерных кадрах, соответствующих вызовам времени, предполагает непрерывное педагогическое образование. На этапе допрофессиональной подготовки – это профориентация, подготовка к дальнейшему профессиональному обучению обучающихся школ с учетом потребностей и ресурсов всех субъектов образовательной деятельности.

Обучение в инженерных классах предполагает, прежде всего, формирование внутренней мотивации для дальнейшего обучения в технических вузах и колледжах, для формирования надпрофессиональных навыков, которые необходимы «инженеру будущего».

Профиль «Инновационные технологии в металлургии» знакомит школьников старших классов с основами технологии производства окискуванного сырья, чугуна, стали и сплавов, формообразования изделий методами литья, процессами обработки металлов давлением и тепловой обработки металлов, основами материаловедения и термической обработки металлов, процессами сварочного производства, методами математического моделирования и компьютерными системами автоматического проектирования в металлургическом производстве.

На занятиях инженерного класса «Инновационные технологии в металлургии» рассматриваются возможности подготовки школьников к осознанному выбору профессии. Актуальность профиля обусловлена тем, что современному обществу требуется человек со сформированной мотивацией к профессиональному самоопределению, грамотно разбирающийся в современном рынке труда, умеющий как можно в более раннем возрасте осуществлять осознанный выбор в пользу той или иной профессии. Обучение в инженерном классе создает условие для формирования конкретно-наглядных представлений о существенных сторонах профессии металлурга.

Цель данного профиля: показать особенности металлургической отрасли, ее привлекательность; обеспечить дальнейшее развитие общих и специальных учебных умений учащихся.

Задачи профиля: знакомство с историей возникновения и развития металлургии; формирование понимания основных технологических процессов при производстве черных и цветных металлов; получение теоретического и практического опыта применения методов математического моделирования в металлургии; знакомство с компьютерными системами автоматизированного проектирования и математического моделирования в металлургическом производстве.

## 1. Период обучения профилю и нагрузка учащихся

### 1.1. Обоснование периода обучения

Образовательные программы инженерных классов составлены в соответствии с федеральными государственными стандартами основного общего образования, утвержденными Приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 года №287, и предусматривают реализацию программ углубленного изучения учебных предметов «Математика», «Физика» и «Информатика». В зависимости от их сочетания формируется технологический или универсальный профиль обучения.

Возможность реализации технологического и универсального профилей предусмотрена примерной основной образовательной программой на уровне среднего общего образования.

Для достижения поставленных целей предлагается реализовать комплексный подход, включающий в себя:

- План мероприятий внеучебной деятельности, включающий профориентационные мероприятия. План мероприятий должен быть составлен общеобразовательной организацией совместно с ГОУВПО «ДОННТУ»;

- Программу курса внеурочной деятельности «Инженерное дело» в количестве 68 академических часов. Период реализации: 2 года (8-9 класс);

- Углубленное изучение предмета «Математика» в количестве 408 академических часов. Период реализации: 2 года (10-11 класс);

- Углубленное изучение предмета «Физика» в количестве 204 академических часов. Период реализации: 2 года (10-11 класс);

- Углубленное изучение предмета «Информатика» в количестве 204 академических часов. Период реализации: 2 года (10-11 класс);

- Дополнительные общеобразовательные общеразвивающие дисциплины «Основы технологии получения железорудного сырья и производства чугуна», «Основы технологии производства стали и сплавов», «Основы технологии производства цветных металлов», «Основы формообразования изделий методами литья», «Основы процессов обработки металлов давлением», «Основы процессов тепловой обработки металлов», «Основы материаловедения и термической обработки металлов», «Основы сварочного производства, как объекта мини-металлургии», «Методы математического моделирования в металлургии», «Компьютерные системы автоматизированного проектирования и математического моделирования в обработке металлов давлением», в количестве 34 академических часа (по каждой из дисциплин). Период реализации: 2 года (10-11 класс).

Программа курса внеурочной деятельности включает изучение следующих дисциплин:

- Основы инженерных знаний
- Основы научно-технического творчества

## 1.2. Нагрузка учащихся

Программа курса внеурочной деятельности «Инженерное дело» в количестве 68 академических часов. Период реализации: 2 года (8-9 класс):

- 8 класс - «Основы инженерных знаний», 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю);

- 9 класс - «Основы научно-технического творчества», 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

Учебный предмет «Математика»:

- 10 класс – 204 ак. часа за учебный год (6 ак. часов в неделю);

- 11 класс – 204 ак. часа за учебный год (6 ак. часов в неделю).

Учебный предмет «Физика»:

- 10 класс – 102 ак. часа за учебный год (3 ак. часа в неделю);

- 11 класс – 102 ак. часа за учебный год (3 ак. часа в неделю).

Учебный предмет «Информатика»:

- 10 класс – 102 ак. часа за учебный год (3 ак. часа в неделю);

- 11 класс – 102 ак. часа за учебный год (3 ак. часа в неделю).

Дополнительные общеобразовательные общеразвивающие дисциплины в количестве 340 академических часов. Период реализации: 2 года (10-11 класс):

– Дисциплина «Основы технологии получения железорудного сырья и производства чугуна» изучается в 10 классе. На освоение дисциплины выделяется 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

– Дисциплина «Основы технологии производства стали и сплавов» изучается в 10 классе. На освоение дисциплины выделяется 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

– Дисциплина «Основы технологии производства цветных металлов» изучается в 10 классе. На освоение дисциплины выделяется 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

– Дисциплина «Основы формообразования изделий методами литья» изучается в 10 классе. На освоение дисциплины выделяется 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

– Дисциплина «Основы процессов обработки металлов давлением» изучается в 10 классе. На освоение дисциплины выделяется 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

– Дисциплина «Основы процессов тепловой обработки металлов» изучается в 11 классе. На освоение дисциплины выделяется 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

– Дисциплина «Основы материаловедения и термической обработки металлов» изучается в 11 классе. На освоение дисциплины выделяется 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

– Дисциплина «Основы сварочного производства, как объекта мини-металлургии» изучается в 11 классе. На освоение дисциплины выделяется 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

- Дисциплина «Методы математического моделирования в металлургии» изучается в 11 классе. На освоение дисциплины выделяется 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).
- Дисциплина «Компьютерные системы автоматизированного проектирования и математического моделирования в обработке металлов давлением» изучается в 11 классе. На освоение дисциплины выделяется 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

### 1.3. Внеучебная деятельность в рамках профиля

Для формирования контингента учащихся инженерных классов на всех уровнях общего образования общеобразовательная организация совместно с ГОУВПО «ДОННТУ» реализует план мероприятий внеучебной деятельности с целью формирования у учащихся мотивации к получению необходимых знаний в области инженерно-технического образования и обучению в инженерном классе. В план мероприятий внеучебной деятельности входят:

- ознакомительные мероприятия, в том числе классные часы, направленные на формирование первичного представления об инженерных профессиях и технологиях, используемых в данной профессиональной деятельности;
- конкурсы и соревнования инженерной направленности;
- экскурсии в высшие учебные заведения и на предприятия отрасли;
- анкетирование учащихся общеобразовательных учреждений для повышения эффективности обратной связи;
- иные мероприятия, направленные на повышение уровня профессионального самоопределения учащихся.

## 2. Рабочие программы дисциплин в рамках профиля

### 2.1. Рабочая программа дисциплины «**Основы технологии получения железорудного сырья и производства чугуна**»

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Рабочая программа дисциплины  
«Основы технологии получения железорудного сырья и производства  
чугуна»

Возраст обучающихся: 10 класс (15-17 лет)

Срок реализации: 1 год

### 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность дисциплины** «Основы технологии получения железорудного сырья и производства чугуна» – техническая.

**Уровень:** базовый.

**Актуальность.** Содержание программы охватывает ключевые стадии получения железорудного сырья для металлургического производства:

**Форма реализации программы:** сетевая. В структуру сети входят: ГОУ ВПО «ДОННТУ», общеобразовательные организации.

**Адресат программы:** учащиеся 15-17 лет.

**Цель:** формирование у учащихся компетенций, позволяющих понимать сущность основных способов окускования железорудного сырья, получения кокса, выплавки чугуна в доменной печи.

**Задачи:** основная задача программы – формирование у учащихся комплекса знаний, умений и навыков в области получения железорудного сырья для металлургического производства и выплавки чугуна, интереса к инженерно-технической и инновационной деятельности, техническому образованию, научно-техническому творчеству.

**Условия реализации программы.** (Условия набора детей, режим занятий и наполняемость групп)

**Условия набора:** принимаются все желающие (15-17 лет) на основе заявления родителей.

**Наполняемость группы:** 10-15 человек.



**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 1 год обучения.

**Продолжительность обучения:** 34 часа в год

**Кадровое обеспечение:** педагог имеет необходимый уровень образования согласно требованиям законодательства.

**Форма обучения:** групповая.

**Форма организации деятельности учащихся на занятии:**

- фронтальная;
- групповая;
- коллективная.

Занятия могут проводиться:

- со всем составом учащихся;
- в малых группах;
- индивидуально.

**Формы проведения занятий.**

Для проведения занятий чаще всего используется комбинированная форма, состоящая из теоретической и практической частей.

1. Учебное занятие.
2. Обобщающее занятие.
3. Экскурсия (виртуальная экскурсия);
4. Лекция.
5. Практическая работа.
6. Контрольный опрос.
7. Элементы проектной деятельности.

**Особенности организации образовательного процесса:** независимо от формы обучения занятия носят комплексный характер. Включают в себя: интегрированные занятия, практикумы, работу в группах, экскурсии, проектную деятельность.

**Планируемые результаты.**

Личностные:

- применять навыки общения в команде;
- проявлять интерес к металлургии;
- развивать навыки и умения в области подготовки шихтовых материалов к металлургическому переделу и выплавки чугуна в доменных печах.

Метапредметные:

- иметь общее представление об основных месторождениях шихтовых материалов, используемых в металлургии;
- понимать сущность методов окускования металлургического сырья и получения чугуна;
- уметь оценивать качество шихтовых материалов.

Предметные:

- иметь представление о способах окускования железорудных материалов, технологии производства кокса, технологии выплавки чугуна;

- знать основные этапы подготовки железорудных материалов к окускованию; основные процессы, протекающие при окусковании; технологическую схему производства кокса; технологическую схему доменного производства; основные требования к шихтовым материалам и топливу; порядок загрузки шихтовых материалов; поведение материалов и газов в доменной печи; основные физико-химические процессы, протекающие в доменной печи; образование чугуна и шлаки; методы интенсификации доменного процесса.

- уметь сформировать требования к шихтовым материалам и топливу, рассчитать химический состав агломерата и окатышей; рассчитать степень обжига известняка; сформировать требования к шихтовым материалам и топливу, выполнять расчеты основных показателей доменной плавки, качественно оценить определять эффективность применения методов интенсификации доменной плавки.

**Формы фиксации результатов:** презентация с элементами проектной деятельности.

**Формы подведения итогов реализации образовательной программы:** участие в социально-значимых мероприятиях (событиях), результативность (грамоты, дипломы).

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
1	Вводное занятие	1	1	0	-
2	Знакомство с кафедрой «Руднотермические процессы и малоотходные технологии»	1	1	0	-
3	Железные руды, их основные месторождения и характеристика	2	1	1	КО
4	Флюсы, их виды и назначение. Способы подготовки и производства флюсов.	2	1	1	КО
	Топливо в металлургии. Металлургический кокс и его заменители, оценка качества	2	1	1	КО
5	Основные этапы подготовки материалов к окускованию: дробление и измельчение, грохочение и классификация, обогащение, усреднение.	2	1	1	КО
6	Агломерация железных руд, концентратов и отходов производства	2	1	1	КО

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
7	Производство окатышей.	2	1	1	КО
8	Качество окускованного сырья и их влияние на доменный процесс.	2	1	1	КО
9	Современное состояние доменного производства в мире. Технологическая схема доменного производства.	1	1	0	КО
10	Движение материалов и газов в доменной печи.	2	1	1	КО
11	Загрузка шихтовых материалов в доменную печь и их распределение на колошнике.	1	1	-	КО
12	Виды влаги и ее поведение в доменной печи. Поведение шихтовых материалов в печи. Разложение карбонатов.	2	1	1	КО
13	Восстановительные процессы в доменной печи	2	1	1	КО
14	Образование чугуна и шлака.	2	1	1	КО
15	Процессы, протекающие в горне доменной печи.	2	1	1	КО
16	Методы интенсификации доменного процесса. Техничко-экономические показатели доменной плавки.	2	1	1	КО
16	Подготовка презентации	2	-	2	КО
<b>Аттестация</b>		2	-	2	Презентация
<b>Всего</b>		34	17	17	

\*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, КО – контрольный опрос

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Вводное занятие	Презентация программы, цели, задачи, участники программы, организационные вопросы, основные применяемые технологии и методы работы.
Знакомство с ДОННТУ	Посещение кафедры «Руднотермические процессы и малоотходные технологии», знакомство с научно-исследовательской и инновационной деятельностью кафедры.
Железные руды, их основные месторождения и	Общая характеристика железных руд. Классификация и генезис руд. Категории запасов. Оценка и требования к

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
характеристика	качеству руд. Полезные и вредные составные части руд. Способы добычи и подготовки руд. Основные месторождения, их запасы и характеристика. Заменители железных руд и их комплексное использование.
Флюсы, их виды и назначение. Способы подготовки и производства флюсов.	Флюсы и их назначение в аглодоменном производстве. Классификация и свойства флюсов. Требования к качеству флюсов. Месторождения и их характеристика, способы подготовки. Агрегаты для производства извести. Качество извести. Заменители флюсов.
Топливо в металлургии. Металлургический кокс и его заменители, оценка качества	Общая характеристика и использования топлива в металлургических процессах. Классификация видов топлива. Требования к топливу. Схема коксования в камере. Технологический процесс коксохимического завода. Металлургический кокс и его оценка качества, влияние на эффективность доменного процесса. Заменители кокса (природный и коксовый газы, ПУТ, мазут).
Основные этапы подготовки материалов к окускованию: дробление и измельчение, грохочение и классификация, обогащение, усреднение.	Цель и назначение дробления и измельчения минерального сырья и отходов производства. Характеристика и показатели процессов. Стадии и схемы дробления. Степени и эффективность дробления и измельчения. Оборудование для выполнения этих операций. Цель и назначение грохочения и классификации минерального сырья. Принцип грохочения, ее характеристики и показатели. Оборудование для выполнения этих операций. Сущность сухой и гидравлической классификации. Цель, назначение и виды обжига. Восстановительный и окислительный обжиг окисленных руд. Оборудование для выполнения этих операций. Цель обогащения руд. Методы обогащения: рудоразборка, промывка, гравитационное и магнитное обогащение, флотация. Эффективность различных способов обогащения. Оборудование для обогащения. Оборудование для обезвоживания железорудных концентратов. Цель усреднения материалов. Методы и оборудование для приема, разгрузки и усреднения шихтовых материалов. Показатели усреднения материалов. Влияние усреднения на показатели работы доменной печи.
Агломерация железных руд, концентратов и отходов производства	Агломерация руд, концентратов и отходов производства. Технологическая схема и оборудования для производства агломерата. Основные физико-химические процессы, протекающие в спекаемом слое, зажигание шихты, поведение влаги, горение топлива. Окислительно-восстановительные процессы, формирования структуры агломерата, влияние разных факторов на показатели агломерационного процесса и их значение.
Производство окатышей.	Причины возникновения данного способа окускования. Технологическая схема производства окисленных окатышей. Получение сырых окатышей, сушка, нагрев и термическая обработка окатышей, физико-химические процессы при

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
	обжиге. Показатели качества окисленных окатышей и способы их улучшения.
Качество окускованного сырья и их влияние на доменный процесс.	Обобщение и требования к качеству окускованного сырья, сравнительная оценка качества и его роль в металлургических процессах. Технические условия и стандарты на подготовку сырья. Физические свойства, сравнение прочности агломерата и окатышей, холодная и горячая прочность. Основные методы определения качества окускованного сырья. Пути повышения качества агломерата и окатышей.
Современное состояние доменного производства в мире. Технологическая схема доменного производства.	Современное состояние доменного производства в мире. Рудный двор и бункерная эстакада. Прием, складирование и подача материалов в доменную печь. Доменная печь и понятия о её профиле, составные части печи. Распределение основных химических процессов по высоте печи.
Движение материалов и газов в доменной печи.	Противоток материалов и газов в доменной печи и его рациональная организация. Движение шихтовых материалов в доменной печи. Движение газов в доменной печи. Активный вес шихты.
Загрузка шихтовых материалов в доменную печь и их распределение на колошнике.	Схема подачи материала в печь. Ссыпание материалов с большого конуса и распределение их на поверхности засыпи. Факторы, влияющие на распределение материалов на колошнике. Величина коксовой подачи. Порядок загрузки материалов. Распределение материалов на колошнике.
Виды влаги и ее поведение в доменной печи. Поведение шихтовых материалов в печи. Разложение карбонатов.	Основные источники поступления влаги в доменную печь. Поведение гигроскопической и гидратной влаги в печи. Виды флюсов, их основные месторождения. Виды карбонатов и их разложение в условиях доменной плавки. Поведение железорудного материала и кокса по сечению и высоте доменной печи.
Восстановительные процессы в доменной печи	Термодинамические основы восстановительных процессов. Общие закономерности восстановления оксидов железа в доменной печи. Восстановление оксидов железа оксидом углерода, водородом и углеродом. Сравнение прямого и косвенного восстановления. Восстановление оксидов марганца, кремния, фосфора и других элементов в доменной печи.
Образование чугуна и шлака.	Насыщение металла углеродом, образование чугуна. Виды чугунов и их состав. Образование шлака, виды образующих шлаков в печи (первичный, промежуточный, конечный), их химический состав и основные свойства. Поведение серы в доменной печи, десульфурация чугуна.
Процессы, протекающие в горне доменной печи.	Горение углерода и состав газа в горне. Размеры зон горения и факторы, определяющие их. Окисление ранее восстановленных элементов и их повторное восстановление. Изменение температуры и состава газа по оси воздушных фурм. Изменение температуры, давления и состава газа по высоте доменной печи. Понятие о теплообмене в доменной печи. Понятие о материальном и тепловом балансе доменной

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
	плавки.
Методы интенсификации доменного процесса. Техничко-экономические показатели доменной плавки.	Нагрев и увлажнение дутья, обогащение дутья кислородом, вдувание в доменную печь природного газа и ПУТ, комбинированное дутье. Повышение давления газа в рабочем пространстве доменной печи. Удельный расход кокса, удельное производство, интенсивность плавки, время пребывания материалов в доменной печи, себестоимость чугуна. Влияние разных факторов на основные показатели работы печи.
Подготовка презентации	Подготовка презентации результатов программы. Подготовка материалов для демонстрации на web-сайтах и публикаций.

## 2.2. Рабочая программа дисциплины «**Основы технологии производства стали и сплавов**»

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Рабочая программа дисциплины  
 «Основы технологии производства стали и сплавов»

Возраст обучающихся: 10 класс (15-17 лет)

Срок реализации: 1 год

### 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность дисциплины** «Основы технологии производства стали и сплавов» – техническая.

**Уровень:** базовый.

**Актуальность:** Содержание программы охватывает ключевые стадии производства стали и сплавов в дуговой печи, кислородном конвертере и методами специальной электрометаллургии, а также рассматривает способы производства ферросплавов.

**Форма реализации программы:** сетевая. В структуру сети входят: ГОУ ВПО «ДОННТУ», общеобразовательные организации.

**Адресат программы:** учащиеся 15-17 лет.

**Цель:** формирование у учащихся компетенций, позволяющих понимать сущность способов производства стали в дуговой печи,

кислородном конвертере и методами специальной электрометаллургии, а также понимать сущность способов производства ферросплавов.

**Задачи:** основная задача программы – формирование у учащихся комплекса знаний, умений и навыков в области производства стали и сплавов в дуговой печи, кислородном конвертере и методами специальной электрометаллургии, интереса к инженерно-технической и инновационной деятельности, техническому образованию, научно-техническому творчеству.

**Условия реализации программы.** (Условия набора детей, режим занятий и наполняемость групп)

**Условия набора:** принимаются все желающие (15-17 лет) на основе заявления родителей.

**Наполняемость группы:** 10-15 человек.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 1 год обучения.

**Продолжительность обучения:** 34 часа в год

**Кадровое обеспечение:** педагог имеет необходимый уровень образования согласно требованиям законодательства.

**Форма обучения:** групповая.

**Форма организации деятельности учащихся на занятии:**

- фронтальная;
- групповая;
- коллективная.

Занятия могут проводиться:

- со всем составом учащихся;
- в малых группах;
- индивидуально.

**Формы проведения занятий.**

Для проведения занятий чаще всего используется комбинированная форма, состоящая из теоретической и практической частей.

1. Учебное занятие.
2. Обобщающее занятие.
3. Экскурсия (виртуальная экскурсия);
4. Лекция.
5. Практическая работа.
6. Контрольный опрос.
7. Элементы проектной деятельности.

**Особенности организации образовательного процесса:** независимо от формы обучения занятия носят комплексный характер. Включают в себя: интегрированные занятия, практикумы, работу в группах, экскурсии, проектную деятельность.

**Планируемые результаты.**

Личностные:

- применять навыки общения в команде;
- проявлять интерес к металлургическому производству;

- развивать навыки и умения в области производства стали и сплавов в дуговой печи, кислородном конвертере и методами специальной электрометаллургии, а также в области производства ферросплавов.

**Метапредметные:**

- понимать разницу между чугуном и сталью, их свойствами и особенностями их применения в повседневной жизни;

- понимать влияние атмосферного давления на процессы дегазации жидкостей и металла в частности.

**Предметные:**

- иметь представление о способах производства стали в дуговой печи и кислородном конвертере;

- иметь представление о способах производства стали методами специальной электрометаллургии;

- иметь представление о способах производства ферросплавов;

- знать основные исторические этапы производства черных металлов; конструкцию и оборудование основных агрегатов для производства стали: бессемеровского, томасовского и кислородного конвертеров, мартеновской, дуговой и ферросплавной печей; основы технологии, шихтовые материалы и продукты выплавки металлов в указанных агрегатах; основы технологии и оборудование для разлива стали в слитки и на машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ); основные способы улучшения качества стали

- уметь обосновать преимущества и недостатки выплавки стали в рассмотренных агрегатах; обосновать преимущества и недостатки разлива стали сверху, сифоном и на МНЛЗ.

**Формы фиксации результатов:** презентация с элементами проектной деятельности.

**Формы подведения итогов реализации образовательной программы:** участие в социально-значимых мероприятиях (событиях), результативность (грамоты, дипломы).

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
1	Вводное занятие	1	1	0	-
2	Знакомство с кафедрой «Электрометаллургия»	1	1	0	-
3	Этапы развития выплавки металлов	2	2	0	КО
4	Производство стали в конвертерах Бессемера и Томаса	1	1	0	КО
5	Производство стали в мартеновской печи	2	2	0	КО
6	Производство стали в кислородном конвертере	2	2	0	КО



№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
7	Производство стали в дуговой сталеплавильной печи	2	2	0	КО
8	Внепечная обработка. Установка пещ-ковш (УПК)	2	2	0	КО
9	Внепечная обработка. Вакуумирование стали	2	2	0	КО
10	Разливка стали в слитки	2	2	0	КО
11	Разливка стали на машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ)	2	2	0	КО
12	Выплавка стали в индукционной печи	3	1	2	КО
13	Процессы специальной электрометаллургии	4	2	2	КО
14	Производство ферросплавов	4	2	2	КО
15	Подготовка презентации	2	-	2	КО
<b>Аттестация</b>		2	-	2	Презентация
<b>Всего</b>		34	24	10	

\*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, КО – контрольный опрос

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Вводное занятие	Презентация программы, цели, задачи, участники программы, организационные вопросы, основные применяемые технологии и методы работы.
Знакомство с кафедрой «Электрометаллургия»	Посещение кафедры «Электрометаллургия», знакомство с научно-исследовательской и инновационной деятельностью кафедры.
Этапы развития выплавки металлов	Производство кричного железа. Производство чугуна. Производство стали в тиглях. Производство пудлинговой стали.
Производство стали в конвертерах Бессемера и Томаса	Конструкция, шихтовые материалы и продукты плавки, источник тепла, загрузка шихты, выпуск продуктов плавки.
Производство стали в мартеновской печи	Конструкция, шихтовые материалы и продукты плавки, источник тепла, загрузка шихты, выпуск продуктов плавки.
Производство стали в кислородном конвертере	Конструкция, шихтовые материалы и продукты плавки, источник тепла, загрузка шихты, выпуск продуктов плавки.
Производство стали в дуговой сталеплавильной печи	Конструкция, шихтовые материалы и продукты плавки, электроды, загрузка лома, выпуск продуктов плавки, печной трансформатор, короткая сеть, газоотвод, химические реакции в ДСП.

<b>Название раздела, темы</b>	<b>Содержание разделов (тем)</b>
Внепечная обработка. Установка печь-ковш (УПК)	Конструкция УПК, назначение, трансформатор, трайбаппарат. Конструкция ковша, шиберный затвор или стопорный механизм, продувочная фурма или пробка.
Внепечная обработка. Вакуумирование стали	Варианты конструкций вакууматоров, назначение, механизм удаления газов в вакууме.
Разливка стали в слитки	Разливка сверху, сифоном. Оборудование для разливки стали в слитки. Дефекты слитков.
Разливка стали на машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ)	Виды МНЛЗ, конструкция: поворотный стенд, промковш, кристаллизатор, зона вторичного и третичного охлаждения, преимущества и недостатки по сравнению с разливкой в слитки.
Выплавка стали в индукционной печи	Конструкция тигельной индукционной печи. Технология выплавки металла в тигельной индукционной печи.
Процессы специальной электрометаллургии	Электрошлаковый переплав. Вакуумно-индукционный переплав. Электроннолучевой переплав. Плазменно-дуговой переплав.
Производство ферросплавов	История ферросплавного производства. Классификация и назначение ферросплавов. Классификация ферросплавных процессов. Конструкция и параметры рудотермических ферросплавных печей. Металлотермическое получение ферросплавов.
Подготовка презентации	Подготовка презентации результатов программы. Подготовка материалов для демонстрации на web-сайтах и публикаций.

### 2.3. Рабочая программа дисциплины **«Основы технологии производства цветных металлов»**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Рабочая программа дисциплины  
**«Основы технологии производства цветных металлов»**

Возраст обучающихся: 10 класс (15-17 лет)

Срок реализации: 1 год

#### 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность дисциплины «Основы технологии производства цветных металлов» – техническая.**

**Уровень:** базовый.

**Актуальность.** Содержание программы охватывает современные технологии промышленного производства из рудного сырья основных цветных металлов, таких как: медь, никель, алюминий, титан и магний.

**Форма реализации программы:** сетевая. В структуру сети входят: ГОУ ВПО «ДОННТУ», общеобразовательные организации.

**Адресат программы:** учащиеся 15-17 лет.

**Цель:** формирование у учащихся компетенций, позволяющих понимать сущность основных способов промышленного производства цветных металлов из рудного сырья.

**Задачи:** основная задача программы – формирование у учащихся комплекса знаний, умений и навыков в области цветной металлургии, интереса к инженерно-технической и инновационной деятельности, техническому образованию, научно-техническому творчеству.

**Условия реализации программы.** (Условия набора детей, режим занятий и наполняемость групп)

**Условия набора:** принимаются все желающие (15-17 лет) на основе заявления родителей.

**Наполняемость группы:** 10-15 человек.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 1 год обучения.

**Продолжительность обучения:** 34 часа в год

**Кадровое обеспечение:** педагог имеет необходимый уровень образования согласно требованиям законодательства.

**Форма обучения:** групповая.

**Форма организации деятельности учащихся на занятии:**

- фронтальная;
- групповая;
- коллективная.

Занятия могут проводиться:

- со всем составом учащихся;
- в малых группах;
- индивидуально.

**Формы проведения занятий.**

Для проведения занятий чаще всего используется комбинированная форма, состоящая из теоретической и практической частей.

1. Учебное занятие.
2. Обобщающее занятие.
3. Экскурсия (виртуальная экскурсия);
4. Лекция.
5. Практическая работа.
6. Контрольный опрос.
7. Элементы проектной деятельности.

**Особенности организации образовательного процесса:** независимо от формы обучения занятия носят комплексный характер. Включают в себя: интегрированные занятия, практикумы, работу в группах, экскурсии, проектную деятельность.

**Планируемые результаты.**

Личностные:

- применять навыки общения в команде;
- проявлять интерес к металлургическому производству;
- развивать навыки и умения в области цветной металлургии.

Метапредметные:

- иметь общее представление о месторождениях металлов;
- понимать сущность методов используемых для получения металлов;
- уметь различать цветные металлы и их сплавы, и отличать их от чугуна или стали.

Предметные:

- иметь представление о технологиях, используемых в цветной металлургии;

- знать: основные принципы обогащения руд цветных металлов; классификацию и маркировку цветные металлов и их сплавов; основные технологические схемы производства таких цветных металлов как: медь, никель, алюминий, титан и магний; основное оборудование для производства меди, никеля, алюминия, титана и магния; принципы работы технологического оборудования, используемого в цветной металлургии; требования, предъявляемые к этим цветным металлам при изготовлении из них деталей оборудования;

- уметь: определять средний химический состав и основные технологические свойства этих цветных металлов и их сплавов исходя из маркировки; описать основные технологические переделы, используемые при производстве меди, никеля, алюминия, титана и магния.

**Формы фиксации результатов:** презентация с элементами проектной деятельности.

**Формы подведения итогов реализации образовательной программы:** участие в социально-значимых мероприятиях (событиях), результативность (грамоты, дипломы).

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
1	Вводное занятие. Знакомство с кафедрой «Цветная металлургия и конструкционные материалы»	2	2	-	
2	Общая характеристика производства цветных металлов	4	2	2	КО*

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
3	Обогащение руд цветных металлов	4	2	2	КО
4	Принципы и методы металлургии	4	2	2	КО
5	Производство меди	3	2	1	КО
6	Производство никеля	2	2	1	КО
7	Производство алюминия	3	2	1	КО
8	Производство титана	2	2	1	КО
9	Производство магния	2	1	1	КО
10	Подготовка презентации	2	-	3	КО
<b>Аттестация</b>		2	-	3	Презентация
<b>Всего</b>		<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	

\*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, КО – контрольный опрос

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Вводное занятие. Знакомство с кафедрой «Цветная металлургия и конструкционные материалы»	Презентация программы, цели, задачи, участники программы, организационные вопросы, основные применяемые технологии и методы работы. Посещение кафедры «Цветная металлургия и конструкционные материалы», знакомство с научно-исследовательской и инновационной деятельностью кафедры.
Общая характеристика производства цветных металлов	Основы металлургии. Металлы и их классификация. Руды цветных металлов. Металлургическое топливо Огнеупорные материалы
Обогащение руд цветных металлов	Продукты и показатели обогащения. Дробление и измельчение рудного сырья. Сортировка материала по величине. Методы обогащения руд.
Принципы и методы металлургии	Задачи металлургического производства. Классификация металлургических процессов. Продукты и полупродукты металлургического производства. Металлы. Штейны. Металлургические шлаки. Газы и пыль
Производство меди	Медь, ее свойства и применение. Сырье, подготовка к переработке. Плавка на медный штейн. Конвертирование медных штейнов. Огневое рафинирование меди. Электролитическое рафинирование меди. Медные сплавы. Принципы маркировки меди и ее сплавов. Производство полуфабрикатов из меди и ее сплавов.

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Производство никеля	Никель, его свойства и применение. Сырье для получения никеля, подготовка к переработке Современное состояние производства никеля. Получение огневого никеля из окисленных руд, производство ферроникеля. Получение никеля из сульфидных медно-никелевых руд. Производство полуфабрикатов из никеля. Сплавы никеля
Производство алюминия	Алюминий его свойства и применение. Сырье, подготовка к переработке. Производство глинозема. Электролиз глинозема. Рафинирование алюминия. Сплавы алюминия. Маркировка алюминия и его сплавов. Полуфабрикаты и продукция из алюминия и его сплавов.
Производство титана	Титан, его свойства и применение. Сырье для получения титана. Получение титановой губки. Производство компактного титана. Производство полуфабрикатов из титана и его сплавов.
Производство магния	Магний, его свойства и применение. Сырье для получения магния. Получение безводного хлорида магния. Электролиз хлорида магния. Рафинирование магния. Полуфабрикаты и продукция из магния и его сплавов. Маркировка сплавов магния.
Подготовка презентации	Подготовка презентации результатов программы. Подготовка материалов для демонстрации на web-сайтах и публикаций.

#### 2.4. Рабочая программа дисциплины «**Основы формообразования изделий методами литья**»

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Рабочая программа дисциплины  
«Основы формообразования изделий методами литья»

Возраст обучающихся: 10 класс (15-17 лет)

Срок реализации: 1 год

### 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность дисциплины «Основы формообразования изделий методами литья» – техническая.**

**Уровень:** базовый.

**Актуальность.** Содержание программы охватывает ключевые стадии получения изделий (детали машин, предметы обихода, художественные изделия) различными методами литья (в землю; в гипсовые формы, специальными способами: в металлические, в ледяные формы; литьем в магнитном поле)

**Форма реализации программы:** сетевая. В структуру сети входят: ГОУ ВПО «ДОННТУ», общеобразовательные организации.

**Адресат программы:** учащиеся 15-17 лет.

**Цель:** формирование у учащихся компетенций, позволяющих: понимать структуру литейного производства; ознакомить их с основными литейными свойствами сплавов, основными формовочными и стержневыми материалами, основными способами получения отливок, с принципами проектирования литейной формы и литейной оснастки, с основными причинами брака литья и методами его исправления или предотвращения.

**Задачи:** основная задача программы – формирование у учащихся комплекса знаний, умений и навыков в области получения изделий методами литья, интереса к инженерно-технической и инновационной деятельности, техническому образованию, научно-техническому творчеству.

**Условия реализации программы.** (Условия набора детей, режим занятий и наполняемость групп)

**Условия набора:** принимаются все желающие (15-17 лет) на основе заявления родителей.

**Наполняемость группы:** 10-15 человек.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 1 год обучения.

**Продолжительность обучения:** 34 часа в год

**Кадровое обеспечение:** педагог имеет необходимый уровень образования согласно требованиям законодательства.

**Форма обучения:** групповая.

**Форма организации деятельности учащихся на занятии:**

- фронтальная;
- групповая;
- коллективная.

Занятия могут проводиться:

- со всем составом учащихся;
- в малых группах;
- индивидуально.

**Формы проведения занятий.**

Для проведения занятий чаще всего используется комбинированная форма, состоящая из теоретической и практической частей.

1. Учебное занятие.
2. Обобщающее занятие.
3. Экскурсия (виртуальная экскурсия);

4. Лекция.
5. Практическая работа.
6. Контрольный опрос.
7. Элементы проектной деятельности.

**Особенности организации образовательного процесса:** независимо от формы обучения занятия носят комплексный характер. Включают в себя: интегрированные занятия, практикумы, работу в группах, экскурсии, проектную деятельность.

**Планируемые результаты.**

Личностные:

- применять навыки общения в команде;
- проявлять интерес к металлургическому производству;
- развивать навыки и умения в области подготовки шихтовых материалов к металлургическому переделу и выплавки чугуна в доменных печах.

Метапредметные:

- иметь общее представление о формообразовании изделий методами литья;
- понимать сущность методов получения изделий из расплава;
- уметь оценивать качество полученных отливок.

Предметные:

- иметь представление об классификации металлов и сплавов, применяемых для получения их отливок; принципах выбора формовочных и стержневых смесей; способах формовки в песчано-глинистые формы; способах машинной формовки; методиках определения брака отливок и мерах его предупреждения; способах исправления дефектов в отливках, технологии получения литейных материалов в различных печных агрегатах;

- знать: основные и вспомогательные материалы, используемые для получения литейных форм; основные литейные сплавы, применяемые в промышленности; конструкции печей для выплавки литейных сплавов; основы проектирования отливок с использованием современных методов 3D моделирования; меры предотвращения брака отливок.

- уметь выбрать литейный сплав для получения качественной отливки с заданными технологическими характеристиками, оценить литейные свойства выбранного сплава, выбрать способ литья для данного сплава, выполнить технологический чертеж отливки, выбрать способ формовки спроектированной отливки.

**Формы фиксации результатов:** презентация с элементами проектной деятельности.

**Формы подведения итогов реализации образовательной программы:** участие в социально-значимых мероприятиях (событиях), результативность (грамоты, дипломы).



## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
1	Вводное занятие	2	2	0	КО*
2	Классификация литейных сплавов, литейные свойства сплавов	2	1	1	КО
3	Литейная форма, конструкция литейной формы	2	1	1	КО
4	Свойства формовочных и стержневых смесей	2	1	1	КО
5	Техника изготовления элементов литейной формы	2	1	1	КО
6	Материалы, применяемые для изготовления литейной формы	2	1	1	КО
7	Модельная оснастка	2	1	1	КО
8	Основные способы изготовления разовых песчано-глинистых форм.	2	1	1	КО
9	Основные способы машинной формовки	1	1	0	КО
10	Формирование отливки	2	1	1	КО
11	Специальные способы производства отливок	1	1	-	КО
12	Проектирование основных элементов литейной технологии	2	1	1	КО
13	Плавильные агрегаты, используемые в литейных цехах	2	1	1	КО
14	Основные виды брака отливок и меры предупреждения, способы исправления дефектов в отливках	2	1	1	КО
15	Производство отливок из чугуна и стали	2	1	1	КО
16	Производство отливок из цветных металлов и их сплавов	2	1	1	КО
16	Подготовка презентации	2	-	2	КО
<b>Аттестация</b>		2	-	2	Презентация
<b>Всего</b>		34	17	17	

\*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, КО – контрольный опрос

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Вводное занятие	Презентация программы, цели, задачи, участники программы, организационные вопросы, основные применяемые технологии и методы работы.
Классификация литейных сплавов, литейные свойства сплавов	Литейные сплавы, применяемые в машиностроении, их классификация и маркировка. Комплекс литейных свойств сплавов: жидкотекучесть, усадка, склонность к газопоглощению, литейным напряжениям, трещинам и ликвации
Литейная форма, конструкция литейной формы	Литейная форма: общие характеристики, конструкция и классификации литейных форм
Свойства формовочных и стержневых смесей	Основные требования, предъявляемые к формовочным и стержневым смесям: формуемость, пластичность, текучесть (сыпучесть), живучесть, долговечность. Качественный состав таких материалов, испытания смесей на газопроницаемость, прочность, осыпаемость, количество глинистой составляющей, теплопроводность
Техника изготовления элементов литейной формы	Техника изготовления элементов литейной формы: ассоциативная технология, деструктивная технология, комбинированная технология
Материалы, применяемые для изготовления литейной формы	Формовочные смеси: основные, вспомогательные, технологические добавки. Пески, глины, смолы, наполнители, краски, порошки, присыпки
Модельная оснастка	Состав модельной оснастки (модельного комплекта), классификация моделей: по способу применения, сложности конструкции, прочности изготовления, по способу извлечения из тела формы, Материалы, применяемые для модельной оснастки
Основные способы ручного изготовления разовых песчано-глинистых форм.	Приготовление формовочных и стержневых смесей, регенерация отработанных смесей. Способы ручной формовки: формовка в двух опоках по разъемной и неразъемной модели, формовка с подрезкой, формовка по модели с отъемными частями, формовка по протяжным и вращающимся шаблонам. Формовка в стержнях. Формовка в плацу (в почве): на «мягкой» и «твердой» постелях с использованием разъемных и неразъемных моделей. Формовка по скелетным моделям. Сборка форм и подготовка к заливке.
Основные способы машинной формовки	Машинная формовка: безопочная и стопочная формовки. Формовочные материалы и оснастка для машинной формовки. Способы уплотнение формовочной смеси при машинной формовке. Сборка форм и подготовка к заливке Извлечение моделей из полуформ при машинной формовке
Формирование отливки	Заполнение формы литейным материалом; отверждение литейного материала; охлаждение отливки до температуры окружающей среды

<b>Название раздела, темы</b>	<b>Содержание разделов (тем)</b>
Специальные способы производства отливок	Классификация специальных способов литья. Управление движением сплава по каналам литейной формы. Управление охлаждением сплава в литейных формах. Управление напряжениями и деформациями отливок. Основные характеристики таких специальных способов литья, как : литье в оболочковые (литье по выплавляемым моделям) и корковые формы; литье по газифицируемым моделям; центробежное литье; литье в кокиль; литье под давлением; литье под управляемым давлением; электрошлаковое литье; электрошлаковое кокильное литье; литье по замораживаемым моделям; литье по моделям, полученным методом лазерной стереолитографией. Использование аддитивных технологий в литейном производстве.
Проектирование основных элементов литейной технологии	Проектирование отливки. Проектирование заготовки. Проектирование литниковой системы Проектирование питающей системы. Проектирование литейной формы. Проектирование модельной оснастки. Проектирование стержневой оснастки
Плавильные агрегаты, используемые в литейных цехах	Шахтные печи, дуговые печи, печи сопротивления, отражательные печи, электрошлаковые печи, вакуумные печи, плазменно-дуговые печи
Основные виды брака отливок и меры предупреждения, способы исправления дефектов в отливках	Характеристика таких видов брака: газовые раковины, земляные раковины, шлаковые раковины, усадочные раковины, рыхлота и пористость Трещины: горячие трещины, холодные трещины, термические трещины. Дефекты поверхности: пригар, спай, ужимины. Несоответствие размеров и конфигурации чертежу: недолив, перекося или сдвиг одной части отливки относительно другой ,заливы, коробление, искажение размеров, объема и веса, брак чугунного литья -отбел. Способы исправления дефектов литья: термические, химические, химико-термические, механические.
Производство отливок из чугуна и стали	Чугун как литейный материал. Классификация чугунного литья. Влияние химического состава на литейные и механические свойства и структуру чугуна. Условия получения высокопрочных чугунов. Особенности изготовления форм для литья из серого чугуна. Особенности изготовления форм для литья из белого чугуна. Отжиг отливок из белого чугуна. Особенности производства стальных отливок. Характеристика и классификация стального литья. Особенности изготовления форм для стального фасонного литья. Термическая обработка стального литья.
Производство отливок из цветных металлов и их сплавов	Характеристика литейных сплавов цветных металлов. Шихтовые материалы для получения сплавов. Плавильные печи, особенности плавки сплавов цветных металлов, формовки и заливки форм.
Подготовка презентации	Подготовка презентации результатов программы. Подготовка материалов для демонстрации на web-сайтах и публикаций.

## 2.6. Рабочая программа дисциплины «**Основы процессов обработки металлов давлением**»

### ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

#### Рабочая программа дисциплины «Основы процессов обработки металлов давлением»

Возраст обучающихся: 10 класс (15-17 лет)

Срок реализации: 1 год

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность дисциплины** «Основы процессов обработки металлов давлением» – техническая.

**Уровень:** базовый.

**Актуальность.** Содержание программы охватывает основные виды обработки металлов давлением, основы теории продольной прокатки, сортамент прокатной продукции, оборудование прокатных станов, технологию прокатного производства.

**Форма реализации программы:** сетевая. В структуру сети входят: ГОУ ВПО «ДОННТУ», общеобразовательные организации.

**Адресат программы:** учащиеся 15-17 лет.

**Цель:** формирование у учащихся компетенций, позволяющих понимать сущность основных способов обработки металлов давлением, процесса продольной прокатки в гладких цилиндрических валках.

**Задачи:** основная задача программы – формирование у учащихся комплекса знаний, умений и навыков в области обработки металлов давлением, интереса к инженерно-технической и инновационной деятельности, техническому образованию, научно-техническому творчеству.

**Условия реализации программы.** (Условия набора детей, режим занятий и наполняемость групп)

**Условия набора:** принимаются все желающие (15-17 лет) на основе заявления родителей.

**Наполняемость группы:** 10-15 человек.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 1 год обучения.

**Продолжительность обучения:** 34 часа в год

**Кадровое обеспечение:** педагог имеет необходимый уровень образования согласно требованиям законодательства.

**Форма обучения:** групповая.

**Форма организации деятельности учащихся на занятии:**

- фронтальная;
- групповая;
- коллективная.

Занятия могут проводиться:

- со всем составом учащихся;
- в малых группах;
- индивидуально.

**Формы проведения занятий.**

Для проведения занятий чаще всего используется комбинированная форма, состоящая из теоретической и практической частей.

1. Учебное занятие.
2. Обобщающее занятие.
3. Экскурсия (виртуальная экскурсия);
4. Лекция.
5. Практическая работа.
6. Контрольный опрос.
7. Элементы проектной деятельности.

**Особенности организации образовательного процесса:** независимо от формы обучения занятия носят комплексный характер. Включают в себя: интегрированные занятия, практикумы, работу в группах, экскурсии, элементы проектной деятельности.

**Планируемые результаты.**

Личностные:

- применять навыки общения в команде;
- проявлять интерес к металлургическому производству;
- развивать навыки и умения в области обработки металлов давлением.

Метапредметные:

- иметь общее представление об основных видах обработки металлов давлением, используемых в металлургии;
- понимать сущность методов обработки металлов давлением;
- уметь оценивать качество изделий, получаемых методами обработки металлов давлением.

Предметные:

- иметь представление о способах обработки металлов давлением, их отличительных особенностях;
- знать основные понятия и определения теории продольной прокатки; основные процессы, протекающие при захвате полосы валками и прокатке; условия захвата полосы валками; о явлениях опережения, отставания, уширения; сортамент и оборудование прокатных станов; технологию производства проката на прокатных станах.

- уметь сформировать требования к качеству проката, оборудованию, технологическим параметрам процесса получения проката на прокатных станах.

**Формы фиксации результатов:** презентация с элементами проектной деятельности.

**Формы подведения итогов реализации образовательной программы:** участие в социально-значимых мероприятиях (событиях), результативность (грамоты, дипломы).

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
1	Основные виды ОМД	2	1	1	КО*
2	Некоторые общие положения теории прокатки	4	2	2	КО
3	Основные понятия и определения продольной прокатки	4	2	2	КО
4	Условия захвата металла валками	4	2	2	КО
5	Опережение и отставание	3	2	1	КО
6	Уширение при продольной прокатке	3	2	1	КО
6	Сортамент прокатной продукции	1	1	-	КО
7	Оборудование прокатных станков	4	2	2	КО
8	Технология прокатного производства	5	3	2	КО
9	Подготовка презентации	2	-	2	КО
<b>Аттестация</b>		2	-	2	Презентация
<b>Всего</b>		34	17	17	

\*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, КО – контрольный опрос

## 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Основные виды ОМД	Обзор основных видов обработки металлов давлением. Отличительные характеристики и области применения способов.
Некоторые общие положения теории прокатки	Строение металлов. Свойства металлов. Диаграмма растяжения стального образца. Механизм пластической деформации. Явления наклёпа и рекристаллизации. Закон постоянства объема. Закон наименьшего сопротивления.
Основные понятия и определения продольной	Линейные размеры прокатываемых полос. Очаг деформации. Показатели деформации. Зависимости между параметрами

<b>Название раздела, темы</b>	<b>Содержание разделов (тем)</b>
прокатки	очага деформации.
Условия захвата металла валками	Понятие контактного трения. Условия захвата металла валками. Коэффициент трения.
Опережение и отставание	Явление опережения и отставания металла в очаге деформации. Соотношение скоростей прокатываемого металла и металла валков вдоль очага деформации.
Уширение при продольной прокатке	Явление уширения. Виды уширения. Зависимость уширения от условий прокатки.
Сортамент прокатной продукции	Некоторые виды проката. Сортовая сталь. Листовая сталь. Трубы. Специальные виды проката.
Оборудование прокатных станов	Понятие прокатного стана. Типы прокатных станов по назначению, по количеству и расположению валков, по количеству и расположению клетей. Основное и вспомогательное оборудование прокатных станов.
Технология прокатного производства	Виды заготовок, подготовительные операции. Технология производства рельс и балок. Технология производства сортового проката. Технология производства листового проката.
Подготовка презентации	Основные принципы разработки технологии обработки металлов давлением применительно к процессу прокатки полосы в гладких цилиндрических валках. Подготовка материалов для демонстрации на web-сайтах и публикаций.

## 2.6. Рабочая программа дисциплины «**Основы процессов тепловой обработки металлов**»

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Рабочая программа дисциплины  
«Основы процессов тепловой обработки металлов»

Возраст обучающихся: 11 класс (15-17 лет)

Срок реализации: 1 год

### 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность дисциплины** «Основы процессов тепловой обработки металлов» – техническая.

**Уровень:** базовый.

**Актуальность.** Содержание программы охватывает ключевые стадии тепловой обработки металлов

**Форма реализации программы:** сетевая. В структуру сети входят: ГОУ ВПО «ДОННТУ», общеобразовательные организации.

**Адресат программы:** учащиеся 15-17 лет.

**Цель:** формирование у учащихся компетенций, позволяющих понимать сущность основных законов передачи тепла, особенности передачи теплопроводностью, конвекцией, тепловым излучением, способов генерации тепловой энергии, ознакомление студентов с основными принципами конструкций и тепловой работы печей.

**Задачи:** основная задача программы – формирование у учащихся комплекса знаний, умений и навыков в области тепловой обработки металлов, интереса к инженерно-технической и инновационной деятельности, техническому образованию, научно-техническому творчеству.

**Условия реализации программы.** (Условия набора детей, режим занятий и наполняемость групп)

**Условия набора:** принимаются все желающие (15-17 лет) на основе заявления родителей.

**Наполняемость группы:** 10-15 человек.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 1 год обучения.

**Продолжительность обучения:** 34 часа в год

**Кадровое обеспечение:** педагог имеет необходимый уровень образования согласно требованиям законодательства.

**Форма обучения:** групповая.

**Форма организации деятельности учащихся на занятии:**

- фронтальная;
- групповая;
- коллективная.

Занятия могут проводиться:

- со всем составом учащихся;
- в малых группах;
- индивидуально.

**Формы проведения занятий.**

Для проведения занятий чаще всего используется комбинированная форма, состоящая из теоретической и практической частей.

1. Учебное занятие.
2. Обобщающее занятие.
3. Экскурсия (виртуальная экскурсия);
4. Лекция.
5. Практическая работа.
6. Контрольный опрос.
7. Элементы проектной деятельности.



**Особенности организации образовательного процесса:** независимо от формы обучения занятия носят комплексный характер. Включают в себя: интегрированные занятия, практикумы, работу в группах, экскурсии, проектную деятельность.

**Планируемые результаты.**

Личностные:

- применять навыки общения в команде;
- проявлять интерес к металлургическому производству;
- развивать навыки и умения в области тепловой обработки металлов.

Метапредметные:

- иметь общее представление о процессах теплообмена;
- понимать сущность методов генерации тепловой энергии;
- уметь оценивать качество тепловой обработки;
- основные принципы классификации металлургических печей;
- теплотехнические процессы, происходящие в металлургических печах;

Предметные:

- иметь представление о способах тепловой обработки металлов;
- знать основные виды теплообмена;
- уметь сформировать требования качеству тепловой обработки металлов.

**Формы фиксации результатов:** презентация с элементами проектной деятельности.

**Формы подведения итогов реализации образовательной программы:** участие в социально-значимых мероприятиях (событиях), результативность (грамоты, дипломы).

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
1	Введение. Виды процессов теплопереноса. Теплопроводность. Основные положения конвективного теплообмена. Природа лучистой энергии.	6	3	3	КО*
2	Основные понятия, классификация печей по различным признакам.	5	3	2	КО
3	Схема топливной металлургической печи. Элементы конструкции. Материалы для сооружения.	5	3	2	КО
4	Нагревательные печи. Камерные печи. Проходные печи.	5	3	2	КО
5	Термические печи.	4	2	2	КО
6	Тепловые и экономические показатели работы печей. Направления повышения	5	3	2	КО

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
	эффективности работы печей.				
7	Подготовка презентации	2	-	2	КО
<b>Аттестация</b>		2	-	2	Презентация
<b>Всего</b>		34	17	17	

\*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, КО – контрольный опрос

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Введение. Виды процессов теплопереноса. Теплопроводность. Основные положения конвективного теплообмена. Природа лучистой энергии.	Введение. Понятие передачи теплоты теплопроводностью, конвекцией, излучением. Занимательные примеры передачи тепла теплопроводностью, конвекцией, излучением в природе и технике. Упрощенное представление механизмов передачи тепла теплопроводностью, конвекцией и излучением. Рассмотрение случаев, когда теплообмен необходимо интенсифицировать, и случаев, когда количество передаваемой теплоты должно быть уменьшено.
Основные понятия, классификация печей по различным признакам.	Понятие «металлургическая печь». История развития печей. Иллюстрация роли печей в современном металлургическом производстве. Классификация печей по различным признакам.
Схема топливной металлургической печи. Элементы конструкции. Материалы для сооружения.	Схема топливной печи. Назначение отдельных элементов. Элементы конструкции. Футеровка печи, назначение, требования. Материалы для сооружения печей. Строительные материалы. Огнеупорные материалы: свойства; классификация; волокнистые материалы.
Нагревательные печи. Камерные печи. Проходные печи.	Камерные нагревательные печи для нагрева металла под обработку давлением. Печи с выкатным подом. Проходные нагревательные печи. Методические толкательные печи и печи с шагающим подом.
Термические печи.	Термические печи, назначение. Обзор типов и конструкций печей для нагрева под термообработку садки разной формы: листа, стопы, рулона, крупных заготовок.
Тепловые и экономические показатели работы печей. Направления повышения эффективности работы печей.	Оценка эффективности работы металлургической печи. Удельная производительность, удельные затраты энергии, коэффициент использования топлива, термический КПД печи. Анализ факторов, влияющих на показатели эффективности печей. Основные направления повышения эффективности работы печей. Обзор курса.
Подготовка презентации	Подготовка презентации результатов программы. Подготовка материалов для демонстрации на web-сайтах и публикаций.

## 2.7. Рабочая программа дисциплины «**Основы материаловедения и термической обработки металлов**»

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Рабочая программа дисциплины  
«Основы материаловедения и термической обработки металлов»

Возраст обучающихся: 10 класс (15-17 лет)

Срок реализации: 1 год

### 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность дисциплины** «Основы материаловедения и термической обработки металлов» – техническая.

**Уровень:** базовый.

**Актуальность.** Содержание программы охватывает ключевые стадии получения и обработки материалов для металлургической, машиностроительной, химической, нефтяной и других отраслей промышленности:

**Форма реализации программы:** сетевая. В структуру сети входят: ГОУ ВПО «ДОННТУ», общеобразовательные организации.

**Адресат программы:** учащиеся 15-17 лет.

**Цель:** формирование углубленных фундаментальных знаний в области закономерностей структурообразования в металлах и сплавах при кристаллизации, охлаждении и нагреве, изучение теоретических и технологических основ процессов обработки металлов давлением, позволяющих понимать сущность основных методов получения материалов.

**Задачи:** основная задача программы – формирование у учащихся комплекса знаний, умений и навыков в области получения и обработки материалов для металлургической, машиностроительной, химической, нефтяной и других отраслей промышленности, интереса к инженерно-технической и инновационной деятельности, техническому образованию, научно-техническому творчеству.

**Условия реализации программы.** (Условия набора детей, режим занятий и наполняемость групп)

**Условия набора:** принимаются все желающие (15-17 лет) на основе заявления родителей.

**Наполняемость группы:** 10-15 человек.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 1 год обучения.

**Продолжительность обучения:** 34 часа в год

**Кадровое обеспечение:** педагог имеет необходимый уровень образования согласно требованиям законодательства.

**Форма обучения:** групповая.

**Форма организации деятельности учащихся на занятии:**

- фронтальная;
- групповая;
- коллективная.

Занятия могут проводиться:

- со всем составом учащихся;
- в малых группах;
- индивидуально.

**Формы проведения занятий.**

Для проведения занятий чаще всего используется комбинированная форма, состоящая из теоретической и практической частей.

1. Учебное занятие.
2. Обобщающее занятие.
3. Экскурсия (виртуальная экскурсия);
4. Лекция.
5. Практическая работа.
6. Контрольный опрос.
7. Элементы проектной деятельности.

**Особенности организации образовательного процесса:** независимо от формы обучения занятия носят комплексный характер. Включают в себя: интегрированные занятия, практикумы, работу в группах, экскурсии, проектную деятельность.

**Планируемые результаты.**

**Личностные:**

- применять навыки общения в команде;
- проявлять интерес к металлургическому производству;
- развивать навыки и умения в области получения и обработки материалов для металлургической, машиностроительной, химической, нефтяной и других отраслей промышленности.

**Метапредметные:**

- иметь общее представление о закономерностях структурообразования в металлах и сплавах при кристаллизации, охлаждении и нагреве;
- понимать сущность методов управления структурообразованием сплавов;
- уметь оценивать качество полученных материалов.

Предметные:

- иметь представление о закономерностях структурообразования в металлах и сплавах при кристаллизации, охлаждении и нагреве;

- знать основные этапы технологии производства материалов. их классификацию, маркировку, специфику применения; основы пластической деформации моно- и поликристаллических тел, ее влияние на структуру и свойства металлов, иметь представление о напряженном состоянии металлов при обработке давлением и контроля их качества.

- уметь анализировать процессы фазовых и структурных превращений при кристаллизации и охлаждении в твердом состоянии сплавов разного состава, включая стали и чугуны разных типов; распознавать структуру сталей и чугунов разного состава при металлографическом анализе.

**Формы фиксации результатов:** презентация с элементами проектной деятельности.

**Формы подведения итогов реализации образовательной программы:** участие в социально-значимых мероприятиях (событиях), результативность (грамоты, дипломы).

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
1	Вводное занятие	2	2	0	КО*
2	Знакомство с кафедрой «Физическое материаловедение»	2	1	1	-
3	Металлические материалы, их общая характеристика	2	1	1	КО
4	Механические свойства и конструкционная прочность металлов и сплавов.	2	1	1	КО
5	Кристаллическое строение металлов и сплавов.	2	1	1	КО
6	Пластическая деформация, ее влияние на структуру и свойства сплавов.	2	1	1	КО
7	Металлические сплавы и диаграммы их состояния.	2	1	1	КО
8	Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния «Fe – С».	2	1	1	КО
9	Особенности кристаллизации и фазовых превращений сталей.	2	2	0	КО
10	Чугуны. Общая характеристика кристаллизации чугунов.	2	1	1	КО

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
11	Основы теории термической обработки сталей и чугунов	2	1	1	КО
12	Специальные стали и сплавы, их классификация и маркировка.	2	1	1	КО
13	Цветные металлы и сплавы, их структура, свойства и применение в промышленности.	2	2	-	КО
14	Коррозия и защита металлов. Методы коррозионных исследований	2	1	1	КО
15	Современные методы получения и обработки материалов	2	1	1	КО
16	Подготовка презентации	2	-	2	КО
<b>Аттестация</b>		2	-	2	Презентация
<b>Всего</b>		34	17	17	

\*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, КО – контрольный опрос

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Вводное занятие	Презентация программы, цели, задачи, участники программы, организационные вопросы, основные применяемые технологии и методы работы.
Знакомство с ДОННТУ	Посещение кафедры «Физическое материаловедение», знакомство с научно-исследовательской и инновационной деятельностью кафедры.
Металлические материалы, их общая характеристика	Общая характеристика металлов и сплавов, которые находят наиболее широкое использование в технике. материаловедение как наука о свойствах материалов во взаимосвязи с их структурой, составом и обработкой. Основные термины.
Механические свойства и конструкционная прочность металлов и сплавов.	Свойства металлов, которые определяют надежность и долговечность изделий. Пути повышения прочности металлов и сплавов.
Кристаллическое строение металлов и сплавов.	Атомно-кристаллическое строение металлов и основные типы решеток металлических кристаллов. Анизотропия свойств кристаллов. Виды дефектов кристаллического строения и их влияние на свойства металлов. Кристаллизация металлов, понятие макро- и микроструктуры, методы их исследований. Строение металлического слитка.
Пластическая деформация, ее влияние на структуру и свойства сплавов.	Механизм пластической деформации, ее влияние на структуру и свойства металлов. Структурные изменения в холоднодеформированном металле при нагреве. Процессы возврата, полигонизации, рекристаллизации. Изменение

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
	свойств наклепанного металла при нагреве.
Металлические сплавы и диаграммы их состояния.	Типы фаз, образуемых в металлических сплавах. Диаграммы состояния двойных систем. Формирование структуры сплавов. Связь между свойствами сплавов и диаграммой состояния.
Железоуглеродистые сплавы. Диаграмма состояния «Fe – С».	Диаграмма Fe – С. Компоненты, фазы и структурные составляющие, кривые охлаждения. Определение количества фазовых и структурных составляющих в сплавах.
Особенности кристаллизации и фазовых превращений сталей.	Углеродистые стали, формирование структуры, влияние углерода и постоянных примесей на свойства. Классификация углеродистых сталей, маркировка и применение.
Чугуны. Общая характеристика кристаллизации чугунов.	Процесс графитизации. Влияние химического состава и скорости охлаждения на структуру чугунов. Влияние формы графитных включений и структуры металлической основы на свойства чугунов. Способы получения чугунов,, классификация, маркировка и применение.
Основы теории термической обработки сталей и чугунов	: Сущность и назначение термической обработки. Превращения в сталях при нагреве и охлаждении. Диаграмма распада аустенита, продукты распада. Основные виды термической обработки. Отжиг, закалка, виды и назначение отпуска. Деформационно-термическая обработка и ее виды.
Специальные стали и сплавы, их классификация и маркировка.	Легирующие. Влияние легирующих элементов на свойства сталей и сплавов. Классификация и маркировка легированных сталей, области применения.
Цветные металлы и сплавы, их структура, свойства и применение в промышленности.	Медь и ее сплавы. Структура, свойства и применение латуней и бронз. Алюминий и его сплавы. Деформируемые и литейные сплавы. Титан и его сплавы. Применение сплавов в промышленности. Особые свойства цветных сплавов
Коррозия и защита металлов. Методы коррозионных исследований	Термины и основные понятия коррозии. Роль коррозии и защиты металлов при подготовке специалистов по металлургии. Классификация коррозионных процессов. Коррозионная система. Механизм протекания коррозии. Термодинамическая обусловленность процесса протекания коррозии. Факторы, влияющие на скорость коррозии. Методы защиты металлов от коррозии.
Современные методы получения и обработки материалов	Насыщение металла углеродом и способы насыщения Создание композиционных материалов и их прорыв в науке.
Подготовка презентации	Подготовка презентации результатов программы. Подготовка материалов для демонстрации на web-сайтах и публикаций.

## 2.8. Рабочая программа дисциплины **«Основы сварочного производства, как объекта мини-металлургии»**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Рабочая программа дисциплины  
«Основы сварочного производства, как объекта мини-металлургии»

Возраст обучающихся: 11 класс (15-17 лет)

Срок реализации: 1 год

### 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность дисциплины «Основы сварочного производства, как объекта мини-металлургии»** – техническая.

**Уровень:** базовый.

**Актуальность.** Содержание программы охватывает основные разделы теории и технологии получения сварных соединений:

**Форма реализации программы:** сетевая. В структуру сети входят: ГОУ ВПО «ДОННТУ», общеобразовательные организации.

**Адресат программы:** учащиеся 15-17 лет.

**Цель:** формирование у учащихся компетенций, позволяющих понимать сущность процесса сварки, техники выполнения сварных соединений.

**Задачи:** основная задача программы – формирование у учащихся комплекса знаний, умений и навыков в области сварочного производства, интереса к инженерно-технической и инновационной деятельности, техническому образованию, научно-техническому творчеству.

**Условия реализации программы.** (Условия набора детей, режим занятий и наполняемость групп)

**Условия набора:** принимаются все желающие (15-17 лет) на основе заявления родителей.

**Наполняемость группы:** 10-15 человек.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 1 год обучения.

**Продолжительность обучения:** 34 часа в год

**Кадровое обеспечение:** педагог имеет необходимый уровень образования согласно требованиям законодательства.



**Форма обучения:** групповая.

**Форма организации деятельности учащихся на занятии:**

- фронтальная;
- групповая;
- коллективная.

Занятия могут проводиться:

- со всем составом учащихся;
- в малых группах;
- индивидуально.

**Формы проведения занятий.**

Для проведения занятий чаще всего используется комбинированная форма, состоящая из теоретической и практической частей.

1. Учебное занятие.
2. Обобщающее занятие.
3. Экскурсия (виртуальная экскурсия);
4. Лекция.
5. Практическая работа.
6. Контрольный опрос.
7. Элементы проектной деятельности.

**Особенности организации образовательного процесса:** независимо от формы обучения занятия носят комплексный характер. Включают в себя: интегрированные занятия, практикумы, работу в группах, экскурсии, проектную деятельность.

**Планируемые результаты.**

Личностные:

- применять навыки общения в команде;
- проявлять интерес к металлургическому производству и машиностроению;
- развивать навыки и умения в области сварочного производства.

Метапредметные:

- иметь общее представление о теории сварочных процессов;
- понимать сущность способов сварки;
- уметь оценивать качество сварного соединения.

Предметные:

- иметь представление о способах сварки и условиях образования сварного соединения;
- знать основы тепловых процессов при сварке, металлургические реакции при образовании сварного соединения, механизм образования механических напряжений, образующихся при сварке.
- уметь выбрать способ сварки, сварочное оборудование, сформировать требования к сварочным материалам, качеству сварного соединения.

**Формы фиксации результатов:** презентация с элементами проектной деятельности.

**Формы подведения итогов реализации образовательной**

**программы:** участие в социально-значимых мероприятиях (событиях), результативность (грамоты, дипломы).

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
1	Вводное занятие	1	1	0	-
2	Введение в сварочное производство	2	2	0	КО*
3	Основы материаловедения	1	1	0	КО
4	Тепловые процессы при сварке.	1	1	0	КО
5	Металлургические процессы при сварке	2	1	1	КО
6	Механические напряжения	2	1	1	КО
7	Дуговая сварка.	6	3	3	КО
8	Газовая сварка.	2	1	1	КО
9	Электрошлаковая сварка.	6	3	3	КО
10	Лазерная и электронно-лучевая сварка.	2	1	1	КО
11	Электрическая контактная и стыковая сварка. Сварка трением с перемешиванием	4	2	2	КО
12	Качество сварных соединений и неразрушающий контроль	1	-	1	КО
13	Подготовка презентации	2	-	2	КО
<b>Аттестация</b>		2	-	2	Презентация
<b>Всего</b>		34	17	17	

\*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, КО – контрольный опрос

## 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Вводное занятие	Презентация программы, цели, задачи, участники программы, организационные вопросы, основные применяемые технологии и методы работы.
Введение в сварочное производство	Механизм образования металлической (межатомной) связи между деталями при сварке в жидкой и твердой фазе. Классификация видов и способов сварки. Сварные соединения и швы
Основы материаловедения	Строение металлов и неметаллов. Свойства материалов – физические, химические, технологические,

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
	эксплуатационные, механические. Маркировка сталей и сплавов
Тепловые процессы при сварке.	Основные теплофизические величины. Сварочные источники теплоты. Быстродвижущиеся источники теплоты. Влияние режима сварки и теплофизических свойств металла на поле температур Расчет температурных полей при различных схемах нагрева. Термический цикл при сварке. Плавление основного металла. Нагрев и плавление присадочного металла
Металлургические процессы при сварке	Диссоциация образующихся газов и химсоединений; окисление расплавленного металла; раскисление компонентов сплава; раскисление под действием марганца; раскисление под воздействием кремния; раскисление под влиянием титана; раскисление под воздействием углерода; взаимодействие с газообразным азотом; химвзаимодействие с водородом; взаимодействие с серой и фосфором.
Механические напряжения	Классификация, причины возникновения сварочных напряжений и деформаций. Схемы образования сварочных напряжений и деформаций. Напряжения, возникающие вследствие структурных превращений в металле. Расчет сварочных деформаций.. Технологические мероприятия по уменьшению напряжений и деформаций при сварке. Методы снятия внутренних напряжений и способы исправления полученных сварочных деформаций.
Дуговая сварка.	Сущность процесса дуговой сварки. Понятие об электрической дуге и ее свойствах. Источники сварочного тока. Ручная дуговая сварка. Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка. Дуговая сварка в защитных газах. Сварочные электроды, проволоки, флюсы. Технология дуговой сварки.
Газовая сварка.	Газовое пламя как источник тепла, строение газового пламени. Температурное поле при газовой сварке. Газовые горелки, рукава, редукторы, получение ацетилена в генераторах. Техника выполнения сварных соединений.
Электрошлаковая сварка.	Шлак как источник тепла. Metallургические процессы при электрошлаковой сварке. Технология электрошлаковой сварки, наплавки, литья. Электрошлаковый переплав как способ получения высококачественных сталей и сплавов. Оборудование для электрошлаковых процессов.
Плазменная, лазерная и электронно-лучевая сварка.	Плазма как особое состояние вещества. Способы получения сварочной плазмы. – плазмотроны. Технология плазменной сварки и резки.. Лазерный луч как источник тепла для сварки. Оборудование и технология лазерной сварки. Электронно-лучевые пушки. Области применения и особенности конструирования сварных швов при электронно-лучевой сварке.
Электрическая контактная и стыковая сварка. Сварка	Сварка давлением. Особенности образования сварного соединения при электрической контактной и стыковой

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
трением с перемешиванием	сварке. Точечная, шовная, рельефная сварка. Оборудование для электрической контактной сварки. Особенности образования соединения при сварке трением с перемешиванием. Инструмент для сварки трением с перемешиванием.
Качество сварных соединений и неразрушающий контроль	Виды дефектов сварных соединений – дефекты сплошности и дефекты формы шва. Способы неразрушающего контроля сварных соединений. Причины образования дефектов. Способы борьбы с дефектами.
Подготовка презентации	Подготовка презентации результатов программы. Подготовка материалов для демонстрации на web-сайтах и публикаций.

## 2.9. Рабочая программа дисциплины «Методы математического моделирования в металлургии»

### ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

#### Рабочая программа дисциплины «Методы математического моделирования в металлургии»

Возраст обучающихся: 11 класс (15-17 лет)  
Срок реализации: 1 год

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность дисциплины** «Методы математического моделирования в металлургии» – техническая.

**Уровень:** базовый.

**Актуальность.** Содержание программы рассматривает вопросы математического моделирования теплотехнических процессов, происходящих при обработке металлов, а также методы реализации математического моделирования на ПЭВМ.

**Форма реализации программы:** сетевая. В структуру сети входят: ГОУ ВПО «ДОННТУ», общеобразовательные организации.

**Адресат программы:** учащиеся 15-17 лет.

**Цель:** формирование у учащихся компетенций, позволяющих понимать сущность методологии математического моделирования, способов

построения, реализации и практического применения математических моделей процессов, происходящих при производстве и обработке металлов.

**Задачи:** основная задача программы – формирование у учащихся комплекса знаний, умений и навыков в области математического моделирования технологических процессов, интереса к инженерно-технической и инновационной деятельности, техническому образованию, научно-техническому творчеству.

**Условия реализации программы.** (Условия набора детей, режим занятий и наполняемость групп)

**Условия набора:** принимаются все желающие (15-17 лет) на основе заявления родителей.

**Наполняемость группы:** 10-15 человек.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 1 год обучения.

**Продолжительность обучения:** 34 часа в год

**Кадровое обеспечение:** педагог имеет необходимый уровень образования согласно требованиям законодательства.

**Форма обучения:** групповая.

**Форма организации деятельности учащихся на занятии:**

- фронтальная;
- групповая;
- коллективная.

Занятия могут проводиться:

- со всем составом учащихся;
- в малых группах;
- индивидуально.

**Формы проведения занятий.**

Для проведения занятий чаще всего используется комбинированная форма, состоящая из теоретической и практической частей.

1. Учебное занятие.
2. Обобщающее занятие.
3. Экскурсия (виртуальная экскурсия);
4. Лекция.
5. Практическая работа.
6. Контрольный опрос.
7. Элементы проектной деятельности.

**Особенности организации образовательного процесса:** независимо от формы обучения занятия носят комплексный характер. Включают в себя: интегрированные занятия, практикумы, работу в группах, экскурсии, проектную деятельность.

**Планируемые результаты.**

Личностные:

- применять навыки общения в команде;
- проявлять интерес к математическому моделированию процессов;

- развивать навыки и умения в области решения задач по математическому моделированию металлургических технологий.

Метапредметные:

- иметь общее представление об основных принципах построения математических моделей;

- понимать сущность методов математических моделей;

- уметь выполнять основные этапы математического моделирования.

Предметные:

- владеть навыками решения задач по математическому моделированию металлургических технологий;

- знать возможности использования математических моделей для анализа и оптимизации металлургических процессов.

- уметь анализировать результаты математического моделирования и оценивать их достоверность.

**Формы фиксации результатов:** презентация с элементами проектной деятельности.

**Формы подведения итогов реализации образовательной программы:** участие в социально-значимых мероприятиях (событиях), результативность (грамоты, дипломы).

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
1	Математическое моделирование как одно из современных направлений в развитии металлургии	10	6	4	КО*
2	Прикладные вычислительные пакеты, для создания простейших моделей и вычислительных алгоритмов	5	3	2	КО
4	Простейшие способы обработки экспериментальных данных	5	3	2	КО
4	Математическая поддержка металлургических технологий, выраженных алгебраическими и трансцендентными уравнениями.	6	3	3	КО
5	Роль задач оптимизации в развитии металлургических технологий	4	2	2	КО
6	Подготовка презентации	2	-	2	КО
<b>Аттестация</b>		2	-	2	Презентация
<b>Всего</b>		34	17	17	

\*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, КО – контрольный опрос

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Математическое моделирование как одно из современных направлений в развитии металлургии	Понятие математического моделирования в целом и моделирования технологических процессов в частности. Интересные примеры известных математических моделей для решения задач совершенствования и управления металлургическими процессами. Виды математических моделей. Использование математических моделей в рамках систем автоматического управления.
Прикладные вычислительные пакеты, для создания простейших моделей и вычислительных алгоритмов	Обзор основных возможностей MathCAD и его бесплатного аналога SMath Studio. Основы пользования. Интересные примеры использования.
Простейшие способы обработки экспериментальных данных	Понятие погрешности измерения. Систематически и случайные погрешности. Определение среднеквадратичного отклонения, выборочного среднего. Интересные примеры, иллюстрирующие важность статистической обработки данных.
Математическая поддержка металлургических технологий, выраженных алгебраическими и трансцендентными уравнениями.	Понятие трансцендентного уравнения (на уровне, доступном исходя из школьной программы). Методы расчета на компьютере алгебраических и трансцендентных уравнений: простой итерации, половинного деления, хорд, секущих и касательных.
Роль задач оптимизации в развитии металлургических технологий	Понятие задач оптимизации. Интересные примеры решения задач оптимизации в современной металлургии. Простейшие примеры решения задач оптимизации.
Подготовка презентации	Подготовка презентации результатов программы. Подготовка материалов для демонстрации на web-сайтах и публикаций.

#### 2.10. Рабочая программа дисциплины «Компьютерные системы автоматизированного проектирования и математического моделирования в обработке металлов давлением»

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Рабочая программа дисциплины  
 «Компьютерные системы автоматизированного проектирования и  
 математического моделирования в обработке металлов давлением»

Возраст обучающихся: 11 класс (16-17 лет)

Срок реализации: 1 год

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 2.

**Направленность дисциплины** «Компьютерные системы автоматизированного проектирования и математического моделирования в обработке металлов давлением» – техническая.

**Уровень:** базовый.

**Актуальность.** Содержание программы охватывает ключевые стадии автоматизированного проектирования и последующего математического моделирования типового процесса обработки металлов давлением.

**Форма реализации программы:** сетевая. В структуру сети входят: ГОУ ВПО «ДОННТУ», общеобразовательные организации.

**Адресат программы:** учащиеся 16-17 лет.

**Цель:** формирование у учащихся компетенций, позволяющих понимать сущность основных этапов автоматизированного проектирования и математического моделирования типового процесса обработки металлов давлением.

**Задачи:** основная задача программы – формирование у учащихся комплекса знаний, умений и навыков в области автоматизированного проектирования и математического моделирования типового процесса обработки металлов давлением, интереса к инженерно-технической и инновационной деятельности, техническому образованию, научно-техническому творчеству.

**Условия реализации программы.** (Условия набора детей, режим занятий и наполняемость групп)

**Условия набора:** принимаются все желающие (16-17 лет) на основе заявления родителей.

**Наполняемость группы:** 10-15 человек.

**Режим занятий:** 1 раз в неделю по 1 часу.

**Сроки реализации:** программа рассчитана на 1 год обучения.

**Продолжительность обучения:** 34 часа в год

**Кадровое обеспечение:** педагог имеет необходимый уровень образования согласно требованиям законодательства.

**Форма обучения:** групповая.

**Форма организации деятельности учащихся на занятии:**

- фронтальная;
- групповая;
- коллективная.

Занятия могут проводиться:

- со всем составом учащихся;
- в малых группах;



- индивидуально.

### **Формы проведения занятий.**

Для проведения занятий чаще всего используется комбинированная форма, состоящая из теоретической и практической частей.

1. Учебное занятие.
2. Обобщающее занятие.
3. Экскурсия (виртуальная экскурсия);
4. Лекция.
5. Практическая работа.
6. Контрольный опрос.
7. Элементы проектной деятельности.

**Особенности организации образовательного процесса:** независимо от формы обучения занятия носят комплексный характер. Включают в себя: интегрированные занятия, практикумы, работу в группах, элементы проектной деятельности.

### **Планируемые результаты.**

Личностные:

- применять навыки общения в команде;
- проявлять интерес к металлургическому производству;
- развивать навыки и умения в области автоматизированного проектирования и математического моделирования металлургических процессов.

Метапредметные:

- иметь общее представление об основных системах автоматизированного проектирования и математического моделирования, используемых в металлургии;
- понимать сущность автоматизированного проектирования и математического моделирования;
- уметь оценивать результаты автоматизированного проектирования и математического моделирования.

Предметные:

- иметь представление о методах и подходах, реализуемых при автоматизированном проектировании и математическом моделировании процессов обработки металлов давлением;
- знать основные этапы автоматизированного проектирования и математического моделирования типового процесса обработки металлов давлением.
- уметь сформировать требования к системам автоматизированного проектирования и математического моделирования типового процесса обработки металлов давлением, оценить эффективность применения различных методов и подходов.

**Формы фиксации результатов:** презентация с элементами проектной деятельности.

**Формы подведения итогов реализации образовательной программы:** участие в социально-значимых мероприятиях (событиях), результативность (грамоты, дипломы).

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
1	Современные методы и программные комплексы автоматизированного проектирования и компьютерного моделирования технологических процессов обработки металлов давлением	2	2	-	-
2	Структура, интерфейс и принцип работы компьютерной системы автоматизированного проектирования типового процесса обработки металлов давлением	6	4	2	КО*
3	Структура, интерфейс и принцип работы компьютерной системы конечно-элементного моделирования процессов обработки металлов давлением.	4	2	2	КО
4	Построение конечно-элементной модели (препроцессорная стадия) процесса обработки металлов давлением.	4	2	2	КО
5	Расчет конечно-элементной модели (процессорная стадия) процесса обработки металлов давлением.	2	1	1	КО
6	Получение и обработка результатов моделирования (постпроцессорная стадия). Оценка адекватности результатов моделирования.	2	1	1	КО
7	Особенности моделирования процессов холодной и горячей обработки металлов давлением.	2	1	1	КО
8	Особенности моделирования многoperеходного технологического процесса.	4	-	4	КО
9	Выявление путей совершенствования процессов обработки металлов	4	-	4	КО

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации /контроля
		Всего	Л*	ПЗ*	
	давлением на основе анализа влияния условий протекания процесса на его температурно-скоростные и силовые параметры, а также износ инструмента деформации.				
10	Подготовка презентации	2	-	2	КО
<b>Аттестация</b>		2	-	2	Презентация
<b>Всего</b>		34	17	17	

*\*Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, КО – контрольный опрос*

### 3. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
Современные методы и программные комплексы автоматизированного проектирования и компьютерного моделирования технологических процессов обработки металлов давлением	Обзор современных пакетов прикладных программ автоматизированного проектирования и компьютерного моделирования технологических процессов. Особенности, преимущества и недостатки применения различных пакетов прикладных программ в задачах проектирования и оптимизации процессов ОМД.
Структура, интерфейс и принцип работы компьютерной системы автоматизированного проектирования типового процесса обработки металлов давлением	Назначение и возможности программного комплекса. Составные части пакета, их назначение. Файловая система. Расположение основных меню и кнопок. Построение профиля: чистового по номинальным размерам, чистового с учетом части поля допусков, с учетом припусков на механическую обработку, чернового по номинальным размерам, чернового с учетом части поля допусков, чернового с учетом температурного расширения, калибровок деформирующего инструмента, построение рабочих чертежей деформирующего инструмента.
Структура, интерфейс и принцип работы компьютерной системы конечно-элементного моделирования процессов обработки металлов давлением.	Назначение и возможности программного комплекса. Составные части пакета, их назначение. Файловая система. Расположение основных меню и кнопок. Препроцессор: меню «параметры моделирования»; меню «задание данных материала»; панель «дерево объектов»; панель «свойства объектов»; меню «позиционирование объектов друг относительно друга»; меню «параметры взаимодействия объектов».
Построение конечно-элементной модели (препроцессорная стадия)	Создание новой задачи. Установка параметров расчета. Загрузка данных объекта. Особенности разбиение области расчета на конечные элементы и назначение параметров

Название раздела, темы	Содержание разделов (тем)
процесса обработки металлов давлением.	регенерации сетки. Определение свойств материала. Назначение кинематических и силовых граничных условий задачи. Назначение температурных условий задачи. Позиционирование объектов. Создание контактных пар. Сохранение задачи.
Расчет конечно-элементной модели (процессорная стадия) процесса обработки металлов давлением.	Установка параметров расчета и выбор типа решателя. Генерирование базы данных. Настройка и запуск расчета. Устранение неполадок при расчете.
Получение и обработка результатов моделирования (постпроцессорная стадия). Оценка адекватности результатов моделирования.	Инструменты анализа параметров исследуемого процесса. Свойства отображения. Получение деформированной сетки модели. Построение полей распределения температуры, перемещений и деформаций. Определение результатов расчета в необходимом узле модели. Хранение результатов в необходимом виде. Получение графических зависимостей изменения параметров расчета во времени и в зависимости от хода инструмента. Создание и управление анимацией.
Особенности моделирования процессов холодной и горячей обработки металлов давлением.	Установка параметров расчета. Загрузка данных объекта. Определение свойств материала. Назначение кинематических и силовых граничных условий задачи. Назначение температурных условий задачи.
Особенности моделирования многопереходного технологического процесса.	Создание задачи с несколькими технологическими операциями. Установка параметров расчета. Импорт данных. Особенности разбиение области расчета на конечные элементы и назначение параметров регенерации сетки. Определение свойств материалов. Назначение кинематических и силовых граничных условий задачи. Назначение температурных условий задачи. Позиционирование объектов. Создание контактных пар.
Выявление путей совершенствования процессов обработки металлов давлением на основе анализа влияния условий протекания процесса на его температурно-скоростные и силовые параметры, а также износ инструмента деформации.	Влияние скорости деформирования, условий теплообмена (транспортировки, пауз, неравномерности нагрева), температуры инструмента, условий контактного трения, модели материала инструмента на параметры формоизменения металла, температурные и силовые параметры процесса деформации. Влияние технологических режимов и условий протекания процесса ОМД на износ инструмента деформации. Определение направлений совершенствования исследуемого процесса ОМД на основе результатов моделирования.
Подготовка презентации	Основные принципы разработки технологии обработки металлов давлением применительно к процессу свободной осадки заготовки. Подготовка материалов для демонстрации на web-сайтах и публикаций.

### 3.2.11 Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Инженерное дело»

#### Направление «Общеинтеллектуальное»

для 8-9 классов

Возраст обучающихся: 13-16 лет Срок реализации: 2 года

#### Пояснительная записка

Формирование инженерных компетенций является сложной задачей современного образования: квалифицированный сотрудник должен обладать не только профессиональными компетенциями, но и общекультурными, формировать которые необходимо, начиная со школьного возраста.

Курс внеурочной деятельности «Инженерное дело» направлен на формирование начальных инженерных компетенций, таких как: готовность к постановке, исследованию и анализу комплексных проблем; способность оценивать и отбирать необходимую информацию; способность применять необходимые теоретические и практические методы для анализа: находить способы решения нестандартных задач; коммуникативные навыки; ответственность за инженерные решения.

#### Общая характеристика курса внеурочной деятельности

Программа курса внеурочной деятельности «Инженерное дело» в количестве 68 академических часов. Период реализации: 2 года (8-9 класс):

- 8 класс - «Введение в инженерное дело», 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю);

- 9 класс - «Основы научно-технического творчества», 34 ак. часа за учебный год (1 ак. час в неделю).

#### Формы, методы контроля деятельности

Формы проведения занятий:

- ознакомительные теоретические занятия;
- практические занятия;
- элементы проектной деятельности. организация деятельности в цифровой образовательной среде с использованием дистанционных образовательных технологий.

Формы контроля:

- тесты различных видов;
- решение логических задач, математических задач, инженерных задач, задач в среде программирования;
- практические работы.

Мониторинг и учет планируемых результатов курса:

- портфолио обучающегося
- элементы проектной деятельности.

## Тематическое планирование курса внеурочной деятельности

### 8 класс

#### Модуль №1 «Введение в инженерное дело» (34 ч.)

№	Тема	Содержание	Кол-во часов
1	История инженерного дела	Знакомство с целями занятий по программе «Введение в инженерное дело». История техники. Определение понятия «техника». Особенности процесса развития техники. Периоды развития техники. Этапы развития металлообработки. Техника и способ производства.	2
2	История технических изобретений	Изобретения при первобытно-общинном способе производства. Изобретения при рабовладельческом способе производства. Изобретения при феодальном способе производства. Изобретения при мануфактурном способе производства. Введение привилегий на изобретения. Изобретения при капиталистическом способе производства. Изобретения первого этапа промышленной революции (рабочие машины в текстильном производстве). Изобретения второго этапа промышленной революции (изобретение универсального теплового двигателя — паровой машины). Изобретения третьего этапа промышленной революции (создание рабочих машин в машиностроении). Чудеса света как инженерные решения. Чудеса света Древнего мира. Великая пирамида в Гизе. Висячие сады Вавилона. Храм Артемиды в Эфесе. Статуя Зевса в Олимпии. Мавзолей в Галикарнасе. Колосс Родосский. Александрийский маяк. Чудеса света Средних веков. Пещера Десяти тысяч Будд. Большое Зимбабве. Ангкор Ват. Крак де Шевалье. Солсберийский собор. Альгамбра. Теночтитлан. Чудеса света нашего времени. Оперный театр в Сиднее. Туннель под Ла-Маншем. Аэропорт Кансаи. Самолет Конкорд. Асуанская плотина. Небоскреб Сирс-тауэр. Космический центр Кеннеди.	4
3	Инженерное дело в России	Периоды развития инженерного дела в России. Инженерное искусство в России в конце XIX — начале XX века. Инженеры России. Выдающиеся инженеры, ученые, изобретатели России.	4
4	Законы и закономерности развития техники	Технические объекты и критерии их оценки. Группы техники и закономерности их развития. Удовлетворение духовных (культурных) потребностей человека. Добыча вещества в	2

№	Тема	Содержание	Кол-во часов
		природе и производство материалов. Получение, передача, преобразование и использование энергии. Транспортирование вещества. Получение, хранение и передача информации. Защита и/или поражение людей, техники, животных, растений. Производство средств производства. Здания и сооружения. Закономерности развития техники. Законы развития технических объектов..	
5	Особенности инженерной деятельности	Инженерное дело как искусство. Инженерное искусство и красота. Принципы гуманизации инженерной деятельности.	2
6	Измерения.	Сущность измерения физических величин и технических параметров. Основные понятия измерения как процесса познания. Единство и виды измерений. Типы шкал величин.	4
7	Системы единиц величин	Системы единиц. Принципы построения систем размерностей. Международная система единиц SI (СИ). Производные единицы. Единицы, не входящие в СИ. Определение связи между единицами разных систем.	4
8	Испытания и испытательное оборудование	Основные положения системы испытаний продукции. Основные характеристики процесса испытаний. Точность и воспроизводимость результатов испытаний. Свойства металлов и основные методы их определения.	4
9	Инновационная инженерная деятельность	Основные понятия и определения. Роль научно-технического творчества в инновационной деятельности.	2
10	Эффективность инженерной деятельности	Критерии инженерной и инновационной деятельности. Варианты оценки эффективности деятельности. Рациональное и иррациональное в инженерной деятельности. Проектирование инженерной деятельности.	2
11	Системный подход и качество	Потребительские свойства продукции. Состав и характеристика потребительских свойств. Оценка качества продукции. Этапы производственного цикла. Структурно-функциональный подход. Связь и соподчинённость уровней анализа производства.	2
12	Инженерная этика	Основные принципы инженерной этики. Основные каноны инженерной этики. Типовые проблемные ситуации.	2
<b>Итого</b>			<b>34</b>

## 9 класс

### Модуль №2 «Основы научно-технического творчества» (34ч.)

№	Тема	Содержание	Кол-во часов
1	Диалектика технических систем	Понятие о системе, надсистеме и подсистеме. Универсальная S-образная кривая. Три уровня технического творчества. Психологическая инерция в творчестве и методы ее преодоления. Причины возникновения психологической инерции. Методы активизации творческого мышления.	2
2	Методы активизации творческого мышления	Метод «проб и ошибок». Метод контрольных вопросов. Мозговой штурм. Морфологический анализ. Метод фокальных объектов. Метод гирлянд случайностей и ассоциаций. Функционально – стоимостной анализ. Синектика. Метод психоэвристической активации. Метод «матриц открытия». Понятие об идеальном конечном результате. Технические противоречия.	6
3	Теория решения изобретательских задач	Основные понятия. Техническое противоречие. Идеальный конечный результат. Вепольный анализ	2
4	Алгоритм решения изобретательских задач.	Основные понятия и определения АРИЗ. Основная линия решения задач по АРИЗ. Логика АРИЗ.	2
5	Общие положения теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Предмет ТРИЗ. Исторический очерк создания методов изобретательского творчества.	Место, которое занимает изобретательское творчество в деятельности инженера. Механизмы человеческого мышления, выработка приемов повышения его эффективности. Организационный и психологический подход к решению изобретательских задач. Системный подход, системотехника, общая теория систем. Понятийный аппарат - совокупность присущих данному подходу определений и понятий, таких как система, структура, функция, системное качество, противоречие, модель системы. Рассмотрение основных положений ТРИЗ, истории и логики ее развития.	2
6	Понятие идеальности. Выявление инструмента помогающего в решении изобретательских задач.	Структура технической системы с точки зрения идеальности (эффективности). Постановка цели. Идеальное направление развития технической системы. Анализ механизмов, обеспечивающих определенное представление о результате решения изобретательских задач. Представление конечного результата до решения задачи. Различные понятия идеального – как научная идеализация и как высшая конечная цель деятельности по совершенствованию технической системы. Понятие «идеальной системы».	2
7	Практическое использование понятия идеальности. Общая структура идеального конечного результата. Применение идеального	Практическое использование понятия идеальности. Закон повышения идеальности, закон вытеснения человека из технической системы, закон перехода от макросистем к микросистемам. Применение принципа	2



№	Тема	Содержание	Кол-во часов
	конечного результата в металлургии.	идеальности и определения идеальной технической системы. Формирование идеального конечного результата. Варианты реализации идеального конечного результата (объект, инструмент, система). Общая структура идеального конечного результата. Примеры применение идеального конечного результата в металлургии..	
8	Противоречия при решении технических задач и приемы их разрешения.	Противоречия при решении технических задач как несоответствие между требованиями, предъявляемыми человеком к системе, и ограничениями, налагаемыми на нее. Административные, технические, физические противоречия. Приемы разрешения противоречий.	2
9	Введение в патентное законодательство.	История патентного права. Наука, учёные и патенты. Терминология и основные определения патентного законодательства.	2
10	Понятие изобретения	Критерии, объекты, признаки. Формула изобретения. Описание к патенту на изобретение.	2
11	Интеллектуальная собственность и ее правовая охрана	Общие положения. Объекты изобретения, их отличия. Определение полезной модели, промышленного образца и товарных знаков. Авторские свидетельства. Патенты. Рационализаторские предложения. Промышленные образцы. Товарные знаки.	4
12	Основные правила написания документации для оформления изобретения	Условия патентоспособности изобретения. Составление формулы изобретения. Международная система классификации изобретений. Правила и порядок оформления и подачи заявки на получение патента или полезной модели.	6
<b>Итого</b>			<b>34</b>

### **Планируемые результаты изучения курса внеурочной деятельности (личностные, метапредметные, предметные)**

Личностные (воспитательные результаты)	Формирование учебно-познавательного интереса к новому учебному материалу и способам решения новых задач; ориентации на понимание причин успеха во внеучебной деятельности, в том числе на самоанализ и самоконтроль результата, на анализ соответствия результатов требованиям конкретной задачи; способность к самооценке на основе критериев успешности внеучебной деятельности; мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки и общественной практики; готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности; эстетическое отношение к миру, готовность к эстетическому обустройству собственного быта;
--	---

	<p>готовность обучающихся к трудовой профессиональной деятельности как к возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем; формирование внутренней позиции школьника на уровне положительного отношения к школе, понимания необходимости учения, выраженного в преобладании учебно-познавательных мотивов и предпочтении социального способа оценки знаний; формирование выраженной устойчивой учебно-познавательной мотивации учения; формирование устойчивого учебно-познавательного интереса к новым общим способам решения задач; формирование адекватного понимания причин успешности/неуспешности внеучебной деятельности;</p>
<p>Метапредметные</p>	<p><b>Регулятивные</b>  Обучающийся научится:  планировать свои действия в соответствии с поставленной задачей и условиями ее реализации, в том числе во внутреннем плане;  учитывать установленные правила в планировании и контроле способа решения; осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату; оценивать правильность выполнения действия на уровне адекватной ретроспективной оценки соответствия результатов требованиям данной задачи и задачной области; адекватно воспринимать предложения и оценку учителей, товарищей, родителей и других людей; различать способ и результат действия.  Обучающийся получит возможность научиться: в сотрудничестве с учителем ставить новые учебные задачи; проявлять познавательную инициативу в учебном сотрудничестве; самостоятельно адекватно оценивать правильность выполнения действия и вносить необходимые коррективы в исполнение как по ходу его реализации, так и в конце действия.</p> <p><b>Познавательные</b>  Обучающийся научится: искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи; критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций; использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках; выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия; выстраивать индивидуальную образовательную траекторию; менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.  Обучающийся получит возможность научиться: осуществлять выбор наиболее эффективных способов решения задач в зависимости от конкретных условий; осуществлять синтез как составление целого из частей, самостоятельно достраивая и восполняя недостающие компоненты; строить логическое рассуждение, включающее установление причинно-следственных связей;</p> <p><b>Коммуникативные</b>  Обучающийся научится:  адекватно использовать коммуникативные, прежде всего речевые, средства для решения различных коммуникативных задач, строить монологическое сообщение, владеть диалогической формой</p>

	коммуникации, используя, в том числе средства и инструменты дистанционного общения; допускать возможность существования у людей различных точек зрения, в том числе не совпадающих с его собственной, и ориентироваться на позицию партнера в общении и взаимодействии; формулировать собственное мнение и позицию; задавать вопросы;
Предметные	<p>Обучающийся научится:</p> <p>использовать готовые прикладные компьютерные программы в соответствии с типом решаемых задач и по выбранной специализации;</p> <p>понимать и использовать основные понятия, связанные со сложностью вычислений; использовать компьютерно-математические модели для анализа соответствующих объектов и процессов, в том числе оценивать числовые параметры моделируемых объектов и процессов, а также интерпретировать результаты, получаемые в ходе моделирования реальных процессов; представлять результаты математического моделирования в наглядном виде, готовить полученные данные для публикации; аргументировать выбор средств для решения профессиональных и учебных задач;</p> <p>Обучающийся получит возможность научиться: использовать навыки и опыт разработки программ в выбранной среде программирования; использовать основные управляющие конструкции последовательного программирования, модули и библиотеки; выполнять созданные программы; анализировать готовые модели на предмет соответствия реальному объекту или процессу; применять базы данных и справочные системы при решении задач, возникающих в ходе учебной деятельности и вне ее; использовать правила безопасной и экономичной работы с компьютерами и мобильными устройствами; критически оценивать информацию, полученную из сети ИНТЕРНЕТ</p>

### 3. Требования к оборудованию и расходным материалам

#### 3.1. Требования к оборудованию

№	Наименование дисциплины	Требования к оборудованию
1.	Основы технологии получения железорудного сырья и производства чугуна	Чаша агломерационная; тарельчатый гранулятор; измельчитель 75Т-ДРМ; испытательная машина МИИ-100; электропечь СУОЛ-О.4.4/12-М2-У4.2; электрошкаф сушильный СНОЛ; вакуумный насос ВВН-12; весы ВЛЕ-1 и Т-5000; анализатор 236Б-ГР; потенциометр КСП-1-003; универсальный компрессор УК-1М; ротаметр РС-5; микроскоп МБР 612171; переносной экран; переносной мультимедийный проектор; ноутбук.
2.	Основы технологии производства стали и сплавов	Установка «холодного» моделирования электрошлакового переплава; высокотемпературная печь Таммана; стенд для алюминотермической выплавки ферросплавов; установка ЭШП А-550;

№	Наименование дисциплины	Требования к оборудованию
		индукционная печь ИСТ-60; переносной экран; переносной мультимедийный проектор; ноутбук.
3.	Основы технологии производства цветных металлов	<p>Установка электрошлакового переплава на базе аппарата А-550У для электрошлаковой сварки. Комплекс электрошлакового кокильного литья УШ-159А в комплекте с печным трансформатором И-170. Лабораторная печь электрошлакового рафинирования (собственной конструкции на базе аппарата электрошлаковой сварки 550 с трансформатором ОСУ-800кВА).</p> <p>Установка лабораторная (собственной конструкции) для электролитического рафинирования меди. Электролизер лабораторный для получения алюминия из глинозема.</p> <p>Печь эл.дуговая лабораторная (собственной конструкции)</p> <p>Камерная электрошлаковая печь для электрошлакового переплава титановой губки на базе аппарата А-550У. Лабораторная щековая дробилка, лабораторный концентрационный стол, лабораторная установка для получения брикетов.</p> <p>Пирометр лазерный, набор термопар с милливольтметром. Прибор для измерения твердости по Бринеллю, Прибор для измерения твердости по Роквеллу. Разрывная машина Р-5. Плоскошлифовальный станок. Электрополировальный станок. Микротвердомер ПМТ, Микроскоп МИМ-8. Сканер HP scanjet 3670.</p>
4.	Основы формообразования изделий методами литья	<p>Печь газовая; электропечь СНОЛ-1,6/2,0; Электропечь камерная СН-3-4,0; печь муфельная МП-2У; электропечь камерная СН-3-4,0; комплекс электрошлакового литья УШ-159А; Установка для разогрева шлака;</p> <p>Бегуны смесительные; набор формовочного инструмента; Набор деревянных моделей; комплект кокилей; Прибор газопроницаемости; Прибор для проверки прочности формовочных смесей; Пресс гидравлический; Твердомер; Эталонный оптический пирометр ЭОП-66; Дефектоскоп ЭМПД-4М; Прибор Польди; Термопара ТХА на 1000С проводом КПО-м10м;</p> <p>Станок наст. гориз.-фрезерный: 042; Станок шлифовально-полировальный ЗЕ881; Токарно-винторезный станок; Станок фуговальный ФПШ-5; Точило наждачное; Горелка НАЗ-58; Микрометр 75-100; Электропила Ц-456; Шлифовальная машина ИЭ-82; Набор столярного инструмента; Магнитная мешалка; Весы настольные до 50 кг; Баллон для сжиженного газа; Тиса слесарные; Молотки; Ножовки; Лупа ПХП-47; Индикатор часового типа; Лампа</p>

№	Наименование дисциплины	Требования к оборудованию
		паяльная; Станок ножовочный; Тиски кузнечные; микроскоп МИМ-8М; дефектоскоп МГК-1; машина электросварочная АТП-10-5; Кантователь; шлифовально-полировальный станок ПШСМ-2; передвижной компрессор СО-7А ; настольно-шлифовальная головкаМИ-1-72 ; микротвердомер ПМТ-3; станок анодномеханической резки 4А-822; электролитический полировальный прибор;; заточной станок; шкаф сушильный; таль электрическая 0,5т; аппарат плазменной резки «КИЕВ-4; вентилятор Ц-4; сверлильный станок 2М-112; переносной экран; переносной мультимедийный проектор; ноутбук.
5.	Основы процессов обработки металлов давлением	Ноутбук; переносной экран; переносной мультимедийный проектор.
6.	Основы процессов тепловой обработки металлов	Переносной экран; переносной мультимедийный проектор; ноутбук.
7.	Основы материаловедения и термической обработки металлов	Термические электропечи типа СУОЛ-О.4.4/12-М2-У4.2; электрошкаф сушильный СНОЛ; весы ВЛЕ-1 и Т-5000; потенциометр КСП-1-003; микроскопы ММР - 7; НЕОФОТ-21, NU-4, переносной экран; переносной мультимедийный проектор; ноутбук.
8.	Основы сварочного производства, как объекта миниметаллургии	Сварочные выпрямители ВСУ и инвенторы для ручной дуговой сварки; стыковая сварочная машина МСМУ600, машина для контактной сварки, комплекс электрошлакового кокильного литья УШ159, сварочный трактор АДС1000, плазмотрон Киев 4м. Переносной экран; переносной мультимедийный проектор; компьютер.
9.	Методы математического моделирования в металлургии	Переносной экран; переносной мультимедийный проектор; ноутбук.
10.	Компьютерные системы автоматизированного проектирования и математического моделирования в обработке металлов давлением	Ноутбук; переносной экран; переносной мультимедийный проектор.
11.	Курс внеурочной деятельности «Инженерное дело»	Ноутбук; переносной экран; переносной мультимедийный проектор.

### 3.2. Требования к расходным материалам

#### 3.2.1. Дисциплина «Основы технологии получения железорудного сырья и производства чугуна»

№	Наименование	Характеристика	Ед. изм.	Кол-во
1.	Железная руда	Природные минеральные образования, содержащие железо (35-60%).	кг	2
2.	Железорудный концентрат	Тонкий (мелкий) продукт обогащения руды с высоким (60-65%) содержанием железа	кг	12
3.	Агломерат	Фракция 10-20 мм	кг	1
4.	Окатыши	Железорудные окатыши 12-15 мм	кг	5
5.	Известняк	Известняк фракции 0-3 мм	кг	1
6.	Бентонит	Глина, отличающаяся тонкой дисперсностью, уникальной способностью поглощать и постепенно выделять воду при нагреве. Увеличивает пористость сырых окатышей и повышает их прочность в процессе сушки.	кг	0,5
7.	Колошниковая пыль	Пыль, улавливаемая из колошникового газа доменных печей	кг	1
8.	Коксовая мелочь	Фракция 1-5 мм, полученная в результате дробления и просева кокса.	кг	1
9.	Известь	Материал, получаемый обжигом карбонатных горных пород, состоящий в основном из CaO и MgO	кг	1

#### 3.2.2. Дисциплина «Основы технологии производства стали и сплавов»

№	Наименование	Характеристика	Ед. изм.	Кол-во
1.	Сплав Вуда	Легкоплавкий сплав с температурой плавления около 65°C.	кг	2
2.	Электрод для ЭШП	Стержень из стали диаметром 30-60 мм и длиной 2-3 метра для электрошлакового переплава	кг	30
3.	Флюс для ЭШП	Флюс на основе фторида кальция для проведения электрошлакового переплава	кг	5
4.	Лом	Стальной или чугунный лом для проведения индукционной плавки	кг	60
5.	Магнезит	Магнезитовый порошок для ремонта футеровки индукционной печи	кг	30
6.	Ферросплавы	Ферросплавы для раскисления и легирования металла индукционной плавки	кг	10
7.	Алюминиевая крупка	Крупка (порошок) алюминия для проведения алюминотермической плавки	кг	5
8.	Селитра	Натриевая селитра для проведения алюминотермической плавки	кг	5
9.	Порошки оксидов металлов	Порошки оксидов железа, марганца и другие для проведения алюминотермической плавки	кг	10

### 3.2.3. Дисциплина «Основы технологии производства цветных металлов»

№	Наименование	Характеристика	Ед. изм.	Кол-во
1.	Руда сульфидная медная	Фракция не более 5 мм	кг	10
2.	Руда сульфидная медно-никелевая	Фракция не более 5 мм	кг	10
3.	Минерал ильменит	Порошок $FeTiO_3$ , применяется для получения титанового шлака ( $TiO_2$ ) в эл. дуговой печи	кг	10
4.	Минерал рутил	Порошок $TiO_2$ , при его хлорировании получают жидкость –тетрахлорид титана ( $TiCl_4$ )	кг	10
5.	Губка титановая, марки ТГ-100	Продукт реакции магнийтермического восстановления тетрахлорида титана	кг	5
6.	Стружка титана и титановых сплавов	стружка, полученная при обработке изделий из титана марок ВТ-1 ВТ1-00, ВТ6, желательна неокисленная	кг	10
7.	Аргон особой чистоты	Газ инертный: одержание аргона не менее 99,999 %	Баллоны, шт.	1
8.	Глинозем	порошок $Al_2O_3$	кг	10
9.	Криолит	порошок $Na_3AlF_6$	кг	10
10.	Графитовые тигли	размером: диаметр наружный 250 мм; диаметр внутренний 150 мм» толщина днища 50 мм; высота 300 мм	кг	5
11.	графитовые электроды	диаметром 50мм длиной 500 мм	кг	10

### 3.2.4. Дисциплина «Основы формообразования изделий методами литья»

№	Наименование	Характеристика	Ед. изм.	Кол-во
1.	Песок кварцевый	Огнеупорная составляющая для песчано-глинистых формовочных смесей. Марка по ГОСТ 2138-91 - $2K_1O_3O_2$ : кварцевый формовочный песок с массовой долей глинистой составляющей от 0,2 % до 0,5 %, массовой долей диоксида кремния не менее 99,0 %, коэффициентом однородности от 60,0 % до 70,0 % и средним размером зерна от 0,19 % до 0,23 %.	кг	500
2.	Припыл серебристый графит	Графитовая падь (выделяется при разливке чугуна из доменной печи)	кг	1
3.	Разделительная смесь	Мелкодисперсный кварцевый песок фракции 0,1мм	кг	1
4.	Жидкое стекло	Силикатная глыба ( $Na_2O*SiO_2$ или $K_2O*SiO_2$ ), Используется как связующее вещество в жидких самотвердеющих формовочных смесях	кг	30

5.	Известняк	Известняк фракции 0-3 мм	кг	5
6.	Бентонит	Глина, отличающаяся тонкой дисперсностью, уникальной способностью поглощать и постепенно выделять воду при нагреве. Используется как добавка в песчано-глинистые формовочные смеси	кг	50
7.	Известь	Материал, получаемый обжигом карбонатных горных пород, состоящий в основном из CaO и MgO. Используется как шлакообразующее при выплавки стали с целью удаления избыточной серы из металла	кг	1
8.	Литейный алюминиевый сплав АЛ8	Химический состав сплава АК8, % масс: Алюминий (Al)=90.8 — 95 Медь (Cu)=3.9 — 5 Кремний (Si)=0.5 — 1.2 Марганец (Mn)=0.4 — 1 Магний (Mg)=0.2 — 0.8 Железо (Fe)=до 0.7 Цинк (Zn)=до 0.25 Титан (Ti)=до 0.15 Хром (Cr)=до 0.1	кг	50
9.	Литейный медный сплав (бронза) БрАЖ9-4Л	Бронза литейная, содержащая (в среднем): 9% алюминия, 4% железа, остальное – медь. Используется как литейный материал взамен дорогостоящей оловянной бронзы	кг	50
10.	Лом стальной (сталь 20,45, 40Х, 09Г2С	Лом с габаритными размерами не более 150x150x150 мм	кг	50
11.	Лом чугуна марки СЧ 20	Лом с габаритными размерами не более 150x150x150 мм	кг	50
12.	Графитовые тигли	Размеры: диаметр наружный 250 мм; диаметр внутренний 150 мм» толщина днища 50 мм; высота 300 мм. Используются как тигли для приготовления расплавленного флюса для технологий электрошлакового литья, и как графитовая футеровка при выплавке бронз в индукционных и электрошлаковых печах	шт	10
13.	Графитовые электроды	Диаметром 50мм длиной 500 мм, используются как нерасходуемые электроды в тигельных электрошлаковых печах	шт	30

### 3.2.5. Дисциплина «Основы процессов обработки металлов давлением»

Для реализации данной дисциплины расходные материалы не требуются.



3.2.6. Дисциплина «Основы процессов тепловой обработки металлов»  
Для реализации данной дисциплины расходные материалы не требуются.

3.2.7. Дисциплина «Основы материаловедения и термической обработки металлов»

Предполагается использование образцов и изделий из различных сталей и сплавов, материалы для их обработки в печах и для изготовления микрошлифов для изучения микроструктуры.

3.2.8. Дисциплина «Основы сварочного производства, как объекта мини-металлургии»

№	Наименование	Характеристика	Ед. изм.	Кол-во
1.	Сварочные электроды	Электроды для ручной дуговой сварки АНО4, УОНИ13/45	кг	5
2.	Сварочный флюс	Порошок на основе окиси кремния, марганца. АН348	кг	2
3.	Сварочная проволока	Проволока сплошного сечения, диаметром 08-1,2 мм, с омедненной поверхностью – Св08ГС	кг	2

3.2.9. Дисциплина «Методы математического моделирования в металлургии»

Для реализации данной дисциплины расходные материалы не требуются.

3.2.10. Дисциплина «Компьютерные системы автоматизированного проектирования и математического моделирования в обработке металлов давлением»

Для реализации данной дисциплины расходные материалы не требуются.

3.2.11. Рабочая программа курса внеурочной деятельности «Инженерное дело» не требует расходных материалов.

#### 4. Примерный план мероприятий внеучебной деятельности

Мероприятие	Классы	Ориентировочное время проведения	Ответственные
<i>Сентябрь</i>			
Экскурсия в музей ДОННТУ		3-я неделя сентября	Зав. кафедрой РТПиМТ Кочура В.В.
<i>Октябрь</i>			
Экскурсия на Донецкий		2-ая неделя октября	Зав. кафедрой РТПиМТ Кочура

Мероприятие	Классы	Ориентировочное время проведения	Ответственные
металлургический завод			В.В.
<i>Ноябрь</i>			
Экскурсия в Донецкий государственный научно-исследовательский и проектный институт цветных металлов		2-ая неделя ноября	Зав. кафедрой ЦМиКМ Пасечник С.Ю.

### 5. Перечень предприятий, осуществляющих инженерно-техническую деятельность по профилю

№	Наименование предприятия
<i>город Донецк</i>	
1	Донецкий металлургический завод
2	Донецкий государственный научно-исследовательский и проектный институт цветных металлов