



**Негосударственное частное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Технический университет УГМК»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

**Направление подготовки**

**22.03.02 Metallurgy**

**Профиль подготовки**

**Metallurgy of non-ferrous metals**

**Уровень высшего образования**

**Applied Bachelor**

Рассмотрено на заседании кафедры Metallurgy  
Одобрено Методическим советом университета 30 июня 2021 г., протокол № 4

г. Верхняя Пышма  
2021

Задания и методические указания к выполнению практических работ составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Материаловедение».

Код направления и уровня подготовки	Название направления	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
22.03.02	Металлургия	04.12.2015	1427

Автор – разработчик /Дата создания/	Худорожкова Юлия Викторовна, к.т.н., доцент	
Эксперт	Скопов Геннадий Вениаминович, главный специалист Управления стратегического планирования ООО «УГМК-Холдинг», д-р техн. наук, с.н.с.	
Заведующий кафедрой «Металлургия» /Дата утверждения/	Мастюгин Сергей Аркадьевич, д-р техн. наук, доцент	
Продолжительность модуля/дисциплины:	108 часов (3 ЗЕ)	
Место проведения	Учебные аудитории Технического университета УГМК	
Цель модуля/дисциплины:	По окончании обучения бакалавры будут способны осуществлять технологические процессы обработки материалов.	

Практические работы по дисциплине направлены на углубленное изучение теоретического материала и на приобретение умения, навыков и опыта проведения эксперимента, расчета структуры материалов, анализа и обработки его результатов.

С целью оценки уровня освоения материала по каждой работе составляется отчет, на основании которого проводится защита работы.

Практические работы являются основной формой организации учебного процесса, направленной на формирование практических умений для решения профессиональных задач.

Дидактической целью практических работ является формирование аналитических умений, необходимых для изучения дисциплины и последующих дисциплин учебного плана.

Дидактическая цель способствует формированию умений и навыков:

- по работе с технической литературой и нормативными документами;

- по оформлению отчетных документов в соответствии с ГОСТ;

- по использованию информационных технологий;

- по анализу процессов, событий, явлений для проектирования своей профессиональной деятельности.

Содержание практической работы определяется требованиями к результатам освоения дисциплины.

В процессе подготовки и проведения практической работы студентам рекомендуется придерживаться следующей методике, состоящей из четырех этапов.

На первом этапе следует подготовить вопросы, которые возникли у студентов в процессе изучения теории. Предварительно рекомендуется обсудить вопросы в группы студентов, характеризуя основные положения теории. Это приучает студентов к четкости и последовательности формирования вопроса и логичности ответа.

На втором этапе целесообразно проверить соответствие ответа теоретическому материалу.

Третий этап предполагает практическое решение теоретической задачи в соответствии с методикой теоретического описания проведения опыта и расчета структуры материалов, используя существующие типичные примеры. Целью этапа является применение математического метода решения задачи по теме занятия.

Четвертый этап является завершением практического занятия. На этом этапе студенты оформляют отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальной работы студенты группы выполняют одновременно одну практическую работу по единому плану.

При выполнении индивидуальной работы студенты группы выполняют разные задания по содержанию и плану практической работы. К такой форме прибегают при различном уровне подготовки студентов и надлежащем изучении теоретического материала.

Практическая работа предусматривает максимальную самостоятельность, предусматривающую выполнение работы, оформление в соответствии с ГОСТ, интерпретация результатов.

## Практическая работа № 1

### ИНДИЦИРОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ И ПЛОСКОСТЕЙ. ЭЛЕМЕНТЫ СИММЕТРИИ КРИСТАЛЛОВ

Выполнение данного задания имеет целью дать возможность студенту самостоятельно приобрести необходимые навыки практического определения символов (индексов) кристаллографических направлений (или ребер кристалла) и плоскостей (граней кристалла).

Каждому студенту предлагается выполнить свое индивидуальное задание, включающее решение трех примеров по индцированию (определению) индексов направлений и плоскостей. Чтобы было понятно, в чем заключается каждая предложенная задача, каким образом ее надлежит решить и как наиболее удобно и наглядно представить полученный результат (в том числе и в графической форме), поясним это примерами.

**Пример 1.** Найти индексы плоскости, отсекающей на координатных осях следующие отрезки: 2; -1; - 1/2.

Решение. Из данной записи следует, что искомая плоскость отсекает на координатной оси  $x$  отрезок, равный 2 масштабным единицам; на оси  $y$  - соответственно  $-1$ , а на оси  $z$  уже отрезок, составляющий  $-1/2$ . Действуем в той последовательности, как это рекомендовано правилом. Вначале определим величины, обратные названным отрезкам. Они будут равны соответственно  $1/2$ ;  $-1$  и  $-2$ . Теперь приведем указанные значения к общему знаменателю, т.е. получим следующий ряд:  $1/2$ ;  $-2/2$  и  $-4/2$ . Затем отбросим знаменатель и оставшиеся числа заключим в круглые скобки. Получим следующий результат:  $(1 \ 2 \ 4)$ . Эта запись и будет указывать индексы данной плоскости.

**Пример 2.** Изобразить плоскость с индексами  $(1 \ \bar{1} \ 1)$ .

Решение. В этом случае сначала придется выполнить задачу, обратную предыдущей, поскольку предварительно надобно определить те отрезки, которые сама плоскость отсекает на осях координат. Здесь также нужно взять обратные величины, которые составят соответственно 1 по оси  $x$ ,  $-1$  по оси  $y$  и вновь 1 по оси  $z$ . При построении плоскости в качестве нулевого узла удобно выбрать точку  $A$ , тогда искомая плоскость примет вид, показанный на рис.1.

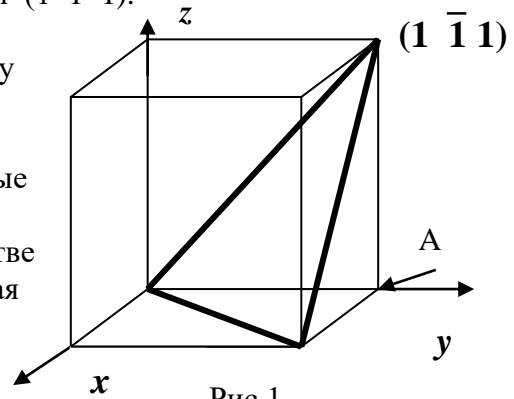
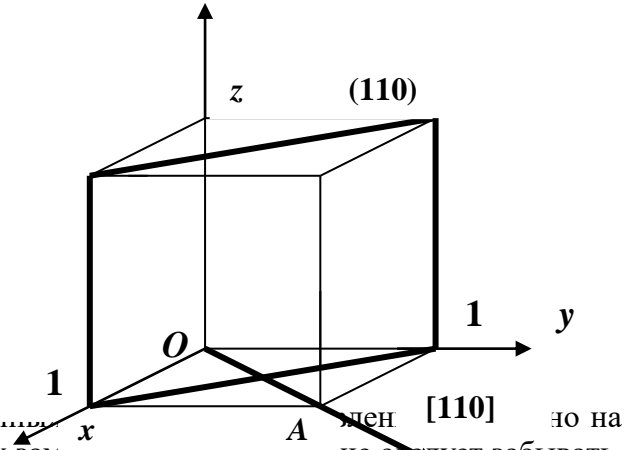


Рис.1

**Пример 3.** Построить плоскость с индексами  $(110)$  и направление с теми же индексами.

Решение. При выполнении этого задания следует вспомнить, что для кубической системы действует известное правило – плоскость и направление с одноименными индексами располагаются перпендикулярно друг другу. Начнем с построения плоскости  $(110)$ .

Легко видеть, что она отсекает на осях  $x$  и  $y$  отрезки, равные 1, а ось  $z$  эта плоскость параллельна (формально она пересекает указанную ось где-то в бесконечности  $\infty$ ). Далее остается провести направление  $[110]$ , которое должно выходить из начала координат  $O$ . Для этого определим координаты (в масштабных единицах) узла  $A$ , ближайшего к нулевому и расположенному на данном направлении. Они будут составлять соответственно 1 по оси  $x$ , вновь 1 по оси  $y$  и равняться 0 по  $z$ . Полученное изображение дано на рис.2. В заключение выскажем несколько полезных замечаний. Во-первых, не следует забывать,



что при изыскании индексов всегда нужно проследить за тем, как расположены плоскость или направление относительно нулевого узла (начала координат). Напомним, что направление должно исходить из нулевого узла, а плоскость, наоборот, располагаться вне его. Если это требование не удовлетворяется из-за фактического изначального размещения указанных элементов, то надлежит либо переместить их (транслировать) в соответствующую позицию, либо (что фактически то же самое) сменить начало координат, т.е. перенести его в более удобный узел. Во-вторых, заданное положение плоскости или направления может оказаться таковым, что графическое их изображение в правосторонней системе координат оказывается не совсем наглядным. Поэтому целесообразным представляется показать картинку, используя левостороннюю систему координат (наглядное о них представление дают расставленные три пальца – большой, указательный и средний - соответственно правой и левой руки).

1. Удовлетворительным результатом успешного выполнения практического (ситуационного) задания считается *правильные ответы на все поставленные вопросы/правильное решение ситуации.*

2. Оценка теоретических знаний:

2.1. Устные вопросы по теме практического задания: *удовлетворительным результатом считается понимание заданного вопроса и правильный ответ на него, допускаются незначительные ошибки.*

2.2. Тестирование: *тест из 5 вопросов, успешным результатом считается 4 правильных ответов; тест из 10 вопросов, успешным результатом считается 8 правильных ответов; тест из 15 вопросов, успешным результатом считается 12 правильных ответов; тест из 20 вопросов, успешным результатом считается 16 правильных ответов; тест из 25 вопросов, успешным результатом считается 20 правильных ответов; тест из 30 вопросов, успешным результатом считается 24 правильных ответов.*

## Практическая работа № 2

### КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДВОЙНЫХ СПЛАВОВ

Цель работы: познакомиться со структурами двойных сплавов, возникающих при реальных скоростях охлаждения.

Работа заключается в изучении микроструктур на готовых микрошлифах трех разных сплавов после различных условий охлаждения из жидкого состояния. Состав сплавов указывается преподавателем.

План работы

1. Изучить диаграмму состояния для сплавов, указанных преподавателем.
2. Изучить, структуры сплавов всех выданных преподавателем образцов.
3. Сравнить структуры образцов, полученных при различных скоростях охлаждения.

Содержание отчета

Привести в масштабе диаграммы состояния рассматриваемых систем. Во всех областях диаграммы расставить фазы. Нанести линии фигуративных точек заданных сплавов и описать процессы кристаллизации в условиях очень медленного и быстрого охлаждения. Объяснить влияние скорости охлаждения на структуру сплавов. Зарисовать микроструктуры сплавов, указать структурные составляющие. Указать для каждого сплава фазовые составляющие при комнатной температуре. Сравнить структуры сплавов после быстрого и медленного охлаждения.

Объяснить особенности формирования структуры при реальных (повышенных) скоростях охлаждения, все объяснения подтвердить поясняющими графиками. По работе сделать краткие выводы.

1. Удовлетворительным результатом успешного выполнения практического (ситуационного) задания считается *правильные ответы на все поставленные вопросы/правильное решение ситуации.*

2. Оценка теоретических знаний:

2.1. Устные вопросы по теме практического задания: *удовлетворительным результатом считается понимание заданного вопроса и правильный ответ на него, допускаются незначительные ошибки.*

2.2. Тестирование: *тест из 5 вопросов, успешным результатом считается 4 правильных ответов; тест из 10 вопросов, успешным результатом считается 8 правильных ответов; тест из 15 вопросов, успешным результатом считается 12 правильных ответов; тест из 20 вопросов, успешным результатом считается 16 правильных ответов; тест из 25 вопросов, успешным результатом считается 20 правильных ответов; тест из 30 вопросов, успешным результатом считается 24 правильных ответов.*

## Практическая работа № 3

### ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ

Цель работы: изучить диаграмму железоуглеродистых сплавов.

План работы

1. Вычертить диаграмму состояния железоуглеродистых сплавов.
2. Расставить на диаграмме фазы.
3. Провести фигуративную линию сплава, заданного преподавателем.
4. Описать процесс кристаллизации заданного сплава.
5. При температурах, указанных преподавателем, определить структурные и фазовые составляющие сплава, химический состав и количество фаз.

Содержание отчета

В отчете приводится диаграмма состояния, на которой нанесены фазы.

Описать полученную структуру с учетом кинетики кристаллизации заданного сплава. Определить химический состав и количество фаз при заданной температуре. Указать, чем отличаются диаграммы железо-углерод и железо-цементит.

1. Удовлетворительным результатом успешного выполнения практического (ситуационного) задания считается *правильные ответы на все поставленные вопросы/правильное решение ситуации.*

2. Оценка теоретических знаний:

2.1. Устные вопросы по теме практического задания: *удовлетворительным результатом считается понимание заданного вопроса и правильный ответ на него, допускаются незначительные ошибки.*

2.2. Тестирование: *тест из 5 вопросов, успешным результатом считается 4 правильных ответов; тест из 10 вопросов, успешным результатом считается 8 правильных ответов; тест из 15 вопросов, успешным результатом считается 12 правильных ответов; тест из 20 вопросов, успешным результатом считается 16 правильных ответов; тест из 25 вопросов, успешным результатом считается 20 правильных ответов; тест из 30 вопросов, успешным результатом считается 24 правильных ответов.*

## Практическая работа № 4

### ВЫБОР МАТЕРИАЛОВ

Решение задач по выбору материалов и режимов обработки конкретных деталей или инструмента должно научить студента пользоваться различной справочной литературой.

При решении необходимо учитывать технические, технологический и экономические соображения.

Прежде всего, выбранный материал и его режим обработки должны обеспечить надежность работы изделия в условиях эксплуатации, что гарантируется соответствующим уровнем механических, физических и химических свойств.

Во-вторых, материал должен быть наиболее дешевым, т.е. не нужно выбирать легированные стали в тех случаях, когда требуемые свойства Обеспечивают углеродистые стали или чугуны.

В-третьих, технология обработки должна быть прогрессивной и простой, легко осуществимой и контролируемой в цеховых условиях.

Рекомендуется следующая последовательность решения задач:

Определить группу сталей или сплавов, к которой относится рассматриваемая деталь (инструментальные, конструкционные стали, или стали с особыми свойствами, чугуны и т.д.).

Если для данного типа деталей можно использовать несколько различных марок сталей, то выбирается наименее легированная, но обеспечивающая прокаливаемость заданного конкретного сечения.

Удовлетворительным результатом успешного выполнения практического (ситуационного) задания считается *правильные ответы на все поставленные вопросы/правильное решение заданной ситуации.*

#### 1. Оценка теоретических знаний:

2.1. Устные вопросы по теме практического задания: *удовлетворительным результатом считается понимание заданного вопроса и правильный ответ на него, допускаются незначительные ошибки.*

2.2. Тестирование: *тест из 5 вопросов, успешным результатом считается 4 правильных ответов; тест из 10 вопросов, успешным результатом считается 8 правильных ответов; тест из 15 вопросов, успешным результатом считается 12 правильных ответов; тест из 20 вопросов, успешным результатом считается 16 правильных ответов; тест из 25 вопросов, успешным результатом считается 20 правильных ответов; тест из 30 вопросов, успешным результатом считается 24 правильных ответов.*

### **Правила оформления работы**

Структура практической работы содержит обязательные элементы - титульный лист, оглавление, введение, основная часть, заключение, список использованной литературы (приложения).

- Оглавление.

- Введение. Обосновывается выбор темы, раскрывается ее научно-практическая актуальность, четко формулируются цели и задачи, преследуемые автором в работе. Рекомендуемый объем введения - 1-2 страницы.

Основная часть. Выполнение расчетов в соответствии с заданием.

Заключение: содержательные выводы по работе. Рекомендуемый объем - 1-2 страницы.

Список литературы. Список литературы включает все работы, ссылки на которые автор приводит в тексте. Недопустимо включать в список работу, если на нее нет ссылок. Не разрешается включать в список работы, которые автор сам не читал, ссылки, заимствованные из чужих статей и монографий, могут содержать опечатки, неточности, искажение смысла.

Работа может содержать таблицы и графики, которым присваивается номер из двух цифр. Первая из цифр указывает на порядковый номер, вторая - на номер главы (параграфа), к которой относится материал. Например, таблица 1.3, то есть перед нами первая таблица, используемая в третьей главе работы. Табличный и графический материалы не могут составлять более 5% от всего содержания работы. Номер располагается слева над верхней границей таблицы или графика.

Оформление работы в соответствии с требованиями Госстандарта.

Чистовой вариант работы выполняют в одном экземпляре, на белой бумаге форматом стандартного писчего листа (формат А-4, 210 x 297 мм). Работа предоставляется в печатном варианте, на одной стороне листа. Приемлема печать черного цвета, шрифтом размером 14, предпочтительнее TNR, обычным начертанием и с обычным буквенным интервалом.

Весь текст набирается через полуторный междустрочный интервал. Отступ красной строки должен быть одинаковым по всей работе и равняться пяти знакам.

На каждой странице следует оставлять поля:

- левое – 30 мм;
- правое – 20 мм;
- верхнее – 15-20 мм;
- нижнее – 20-25 мм.

Минимальный объем работы составляет 10-12 страниц печатного текста (без учета приложений).

Возможно также оформление рукописного варианта работы.

Работа может быть выполнена на листах формата А-4 или в тетради.

Почерк должен быть разборчивым, легко читаемым.

Наличие полей в работе обязательно.

Все страницы работы, включая таблицы, графики, рисунки и приложения, нумеруются по порядку. Первой страницей считается титульный лист, на котором цифра «1» не проставляется. На следующей странице (оглавление) ставится цифра «2» и т. д. Номер страницы рекомендуется проставлять в середине верхнего поля

Оглавление, Введение, Разделы следует начинать с нового листа.

Текст отделяется от заголовка одной незаполненной строкой. Точки в конце заголовков не ставятся.

Оформление ссылок и цитат

При оформлении контрольной работы автор обязан давать ссылки на источники заимствования материала. Ссылки на литературу, использованную в работе, могут быть двух видов: внутритекстовые и подстрочные. В первом случае после упоминания источника или цитаты из него в скобках (обычно квадратных, но допускаются и круглые) проставляют номер, под которым данный источник расположен в списке литературы. Например,

«В. Д. Иванов [15], вслед за Б. М. Смирновым [31], считает.»

Если в работе приводится фрагмент (цитата) из определенного источника, то он выделяется кавычками, а оформление ссылки возможно двумя способами:

«А. Скороходов (8) отмечает, что «.....» (с. 150)».

«А. Скороходов отмечает, что «.....» [8, с. 150]».

Если ссылаются на несколько работ одного автора или на работы нескольких авторов, то в скобках указываются номера этих работ в порядке возрастания:

«Ряд авторов [15, 26, 48] считают...».

В подстрочных ссылках приводят либо полностью библиографическое описание источника, на которое дается ссылка, либо недостающие элементы описания:

[1] Лобанов Р. Металлургия благородных металлов. - М.: Прогресс, 1986. – 422 с.

Оформление библиографического списка

Все источники, на которые ссылается автор, включаются в Список литературы. Литературные источники приводятся в алфавитном порядке по фамилии автора или заглавной букве названия, если это сборник статей. Например,

1. Фамилия, инициалы автора. Основной заголовок работы. Место издания: Издательство, Год издания. - Количество страниц. Петрухин И.Л. Металлургия- Г.: Наука, 2012. – 167с.

Работа, оформленная с нарушением настоящих указаний, не принимается.

Порядок защиты работы регламентирован руководящими документами университета. Защита проводится в свободное от учебных занятий время и проводится, как правило в последнюю неделю семестра перед экзаменационной сессией. Расписание проведения защит руководители работ доводят до сведения студентов не позднее, чем за неделю до их проведения.

Студенты, не подготовившие или не защитившие в установленные сроки практическую работу, к экзаменационной сессии не допускаются.