

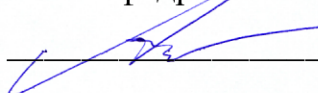
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Политехнический институт
Кафедра «Машиностроение и материаловедение»

Утверждено на заседании кафедры
«Машиностроение и материаловедение»
«30» января 2023 г., протокол № 6

Зав. кафедрой МиМ

 А.В. Анцев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
производственной практики (научно-исследовательской работы)

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата

по направлению подготовки
22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

с направленностью (профилем)
Материаловедение и технология новых материалов

Формы обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 220301-01-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
программы практики

Разработчик:

Новикова Елена Юрьевна, доцент каф. МиМ, к.т. н.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи прохождения практики

Целью выполнения практики является систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний, формирование у выпускников навыков ведения самостоятельной научной работы, исследования и экспериментирования, сбор материала для успешного выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

Задачами прохождения практики являются:

- изучить патентные и литературные источники по разрабатываемой теме с целью их использования при выполнении выпускной квалификационной работы, методы исследования и проведения экспериментальных работ, методы анализа и обработки экспериментальных данных, физические и математические модели процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту, информационные технологии в научных исследованиях, программные продукты, относящиеся к профессиональной сфере, требования к оформлению научно-технической документации, порядок внедрения результатов научных исследований и разработок;
- выполнить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований, теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач, включая математический (имитационный) эксперимент, анализ достоверности полученных результатов, сравнение результатов исследования объекта разработки с отечественными и зарубежными аналогами, анализ научной и практической значимости проводимых исследований, а также технико-экономической эффективности разработки;
- приобрести навыки формулирования целей и задач научного исследования, выбора и обоснования методики исследования, работы с прикладными научными пакетами и редакторскими программами, используемыми при проведении научных исследований и разработок, оформления результатов научных исследований (оформление отчёта, написание научных статей, тезисов докладов), работы на экспериментальных установках, приборах и стендах.

2 Вид, тип практики, способ (при наличии) и форма (формы) ее проведения

Вид практики – производственная практика.

Тип практики – научно-исследовательская работа.

Способ проведения практики – стационарная или выездная.

Форма проведения практики – дискретно по периодам проведения практик - путем чередования в календарном учебном графике периодов учебного времени для проведения практик с периодами учебного времени для проведения теоретических занятий.

3 Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате прохождения практики обучающийся должен:

Знать:

- 1) принципы поиска, отбора и обобщения информации (код компетенции – УК-1, код индикатора – УК- 1.1);
- 2) виды ресурсов и ограничений для решения проектных задач; необходимые для осуществления проектной деятельности правовые нормы и принципы принятия управленческих решений (код компетенции – УК-2, код индикатора – УК- 2.1);
- 3) основные психологические характеристики и приемы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии; характеристики и факторы формирования команд (код компетенции – УК-3, код индикатора – УК- 3.1);
- 4) основы, правила и закономерности устной и письменной деловой коммуникации; функциональные стили русского и иностранного языков (код компетенции – УК-4, код индикатора – УК- 4.1);
- 5) основные принципы эффективного управления собственным временем; основные приемы самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни (код компетенции – УК-6, код индикатора – УК- 6.1);
- 6) основные характеристики тонкой структуры материалов (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК- 1.1);
- 7) закономерности структурообразования сплавов и методы управления структурой и свойствами материалов (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК- 2.1);
- 8) типы и марки материалов, их классификации, методы получения и обработки, принципы структурообразования и формирования свойств (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК- 3.1);
- 9) физические процессы и структурные превращения, протекающие в материалах при их обработке и модификации; методы и средства измерения физических и механических величин (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК- 4.1);
- 10) систему права интеллектуальной собственности, сущность субъективных авторских прав в патентном и авторском праве, а также международно-правовые механизмы охраны авторов произведений и патентообладателей (код компетенции – ПК-5, код индикатора – ПК- 5.1);
- 11) теорию физико-химических и фазовых процессов происходящих при основных видах термической и химико-термической обработки черных и цветных металлов, а также способы их реализации в условиях машиностроительного или металлургического производства (код компетенции – ПК-6, код индикатора – ПК- 6.1);
- 12) основные виды технологических процессов получения и обработки материалов, критерии выбора эффективного, экологически и технически безопасного производства (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК- 7.1);
- 13) подходы и количественные критерии выбора материалов и способы упрочнения изделий различного назначения (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК- 9.1);
- 14) физические основы процессов воздействия на поверхность деталей машин и инструментов (код компетенции – ПК-10, код индикатора – ПК- 10.1).

Уметь:

- 1) критически анализировать и синтезировать информацию для решения поставленных задач (код компетенции – УК-1, код индикатора – УК- 1.2);
- 2) определять оптимальные варианты решений для достижения поставленной цели, учитывая имеющиеся ресурсы, ограничения и действующие правовые нормы, в том числе требования антикоррупционного законодательства (код компетенции – УК-2, код индикатора – УК- 2.2);

- 3) использовать различные стили социального взаимодействия и эффективные стратегии в командной работе (код компетенции – УК-3, код индикатора – УК- 3.2);
- 4) создавать высказывания различной жанровой специфики в соответствии с коммуникативным намерением в устной и письменной формах на русском и иностранном языках (код компетенции – УК-4, код индикатора – УК- 4.2);
- 5) эффективно планировать и контролировать собственное время; проявлять способность к саморазвитию и самообучению (код компетенции – УК-6, код индикатора – УК- 6.2);
- 6) систематизировать и анализировать информацию о современных процессах определения параметров атомно-кристаллического строения материалов (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК- 1.2);
- 7) использовать диаграммы фазового равновесия для определения структурного состояния сплавов (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК- 2.2);
- 8) систематизировать и анализировать научно-техническую информацию и результаты исследований о типах и марках материалов, их структуре и свойствах для решения поставленных задач (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК- 3.2);
- 9) устанавливать связь между параметрами структуры и физическими и механическими свойствами материалов при различных видах испытаний (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК- 4.2);
- 10) свободно применять основополагающие понятия, термины и категории права интеллектуальной собственности (код компетенции – ПК-5, код индикатора – ПК- 5.2);
- 11) использовать основные законы термодинамики, кинетики и теплопередачи при назначении режимов и оборудования для термической обработки выбранного материала с целью придания ему необходимой структуры, физико-механических и эксплуатационных свойств (код компетенции – ПК-6, код индикатора – ПК- 6.2);
- 12) использовать на производстве знания о традиционных и новых технологических процессах и операциях (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК- 7.2);
- 13) использовать методики выбора материала и оптимизировать способы упрочняющей обработки для получения требуемого комплекса свойств и управления качеством продукции на основе анализа условий эксплуатации изделий (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК- 9.2);
- 14) выбирать способы поверхностных обработок для обеспечения функциональных и защитных свойств изделий (код компетенции – ПК-10, код индикатора – ПК- 10.2).

Владеть:

- 1) методами критического анализа и системного подхода для решения поставленных задач (код компетенции – УК-1, код индикатора – УК- 1.3);
- 2) методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах; навыками работы с нормативно-правовой документацией (код компетенции – УК-2, код индикатора – УК- 2.3);
- 3) навыками социального взаимодействия и организации командной работы (код компетенции – УК-3, код индикатора – УК- 3.3);
- 4) навыками межличностного делового общения на русском и иностранном языках (код компетенции – УК-4, код индикатора – УК- 4.3);
- 5) методами управления собственным временем; технологиями приобретения умений и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни (код компетенции – УК-6, код индикатора – УК-6.3);
- 6) навыками выявления закономерностей влияния параметров атомно-кристаллической структуры и субструктуры материалов на свойства материалов (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК- 1.3);
- 7) методами проведения макро- и микроструктурных исследований материалов (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК- 2.3);

8) методологией разработки и использования разных классов материалов для новых технических решений (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК- 3.3);

9) способами деформационного воздействия на материал и навыками определения физических и механических свойств материалов (код компетенции – ПК-4, код индикатора – ПК- 4.3);

10) методами выбора адекватного способа защиты субъективных авторских и патентных прав, а также навыками патентного поиска в области материаловедения и технологии материалов (код компетенции – ПК-5, код индикатора – ПК- 5.3);

11) навыками: оценивания структуры и свойств термообработанных сталей и сплавов, выбора вида, режимов и оборудования для термической обработки (код компетенции – ПК-6, код индикатора – ПК- 6.3);

12) навыками выбора технологических процессов получения и обработки материалов для изготовления изделий (код компетенции – ПК-7, код индикатора – ПК- 7.3);

13) современными технологиями выбора материалов и способов упрочнения для деталей машин и инструментов с использованием комплексных критериев оценки эффективности применяемых решений (код компетенции – ПК-9, код индикатора – ПК- 9.3);

14) методологией разработки способов и технологий воздействий на поверхность изделий для формирования требуемого комплекса свойств (код компетенции – ПК-10, код индикатора – ПК- 10.3).

Полные наименования компетенций представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Место практики в структуре образовательной программы

Практика относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Практика проводится в 8 семестре.

5 Объем практики в зачетных единицах и ее продолжительность в неделях либо в академических часах

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Продолжи-тельность		Объем контактной работы в академических часах		Объем иных форм образовательной деятельности в академических часах
			в неделях	в академи-ческих часах	Работа с руководителем практики от университета	Промежу-точная атте-стация	
Очная форма обучения							
8	ДЗ	3	ДППП	108	0,75	0,25	107
Заочная форма обучения							
8	ДЗ	3	ДППП	108	0,75	0,25	107

Условные сокращения: ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой); ДППП – практика проводится дискретно по периодам проведения практик - путем чередования в календарном учебном графике периодов учебного времени для проведения практик с периодами учебного времени для проведения теоретических занятий, продолжительность практики исчисляется только в академических часах.

К иным формам образовательной деятельности при прохождении практики относятся:
– ознакомление с техникой безопасности;

- выполнение обучающимся индивидуального задания под руководством руководителя практики от кафедры;
- составление обучающимся отчёта по практике.

6 Структура и содержание практики

Обучающиеся в период прохождения практики выполняют индивидуальные задания, предусмотренные программой практики, соблюдают правила внутреннего распорядка кафедры, соблюдают требования охраны труда и пожарной безопасности.

Практика проводится на базе кафедры.

Содержание и структуру практики:

1. Составление индивидуального плана прохождения практики совместно с научным руководителем. Постановка целей и задач научного исследования.
2. Подготовка к проведению научного исследования.
 - 2.1. Изучение методов исследования и проведения экспериментальных работ.
 - 2.2. Изучение правил эксплуатации исследовательского оборудования.
 - 2.3. Изучение методов анализа и обработки экспериментальных данных.
 - 2.4. Изучение физических и математических моделей процессов и явлений, относящихся к исследуемому объекту.
 - 2.5. Знакомство с информационными технологиями в научных исследованиях, программными продуктами, относящимися к профессиональной сфере.
 - 2.6. Знакомство с требованиями к оформлению научно-технической документации; порядком внедрения результатов научных исследований и разработок.
3. Проведение экспериментального исследования.
 - 3.1. Производится отбор необходимых материалов.
 - 3.2. Работа с необходимым технологическим оборудованием и экспериментальными установками.
 - 3.3. Разработка модели анализа экспериментальных данных.
 - 3.4. Непосредственное проведение экспериментального исследования.
4. Обработка и анализ полученных результатов.
 - 4.1. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных.
 - 4.2. Анализ и проверка достоверности полученных данных.
 - 4.3. Проверка адекватности математической модели.
 - 4.4. Обсуждение полученных результатов.
 - 4.5. Сравнение результатов работы с аналогичными исследованиями, описанными в литературных источниках.
5. Оформление отчета по научно-исследовательской работе.
6. Сдача дифференцированного зачета по научно-исследовательской работе.

Этапы (периоды) проведения практики

№	Этапы (периоды) проведения практики	Виды работ
1	Организационный	Проведение организационного собрания. Инструктаж по технике безопасности. Разработка индивидуального задания.
2	Основной	Выполнение индивидуального задания.
3	Заключительный	Составление отчёта по практике. Защита отчёта по практике (дифференцированный зачет).

Примеры индивидуальных заданий

Задание 1. Описать объекты патентного права (изобретение, полезная модель, промышленный образец).

Задание 2. Выбрать материалы для решения задач исследования.

Задание 3. Применить пакеты прикладных программ для проведения статистической обработки результатов в ходе решения поставленных задач.

Задание 4. Изучить влияние направления внешнего намагничивающего поля на изменение размера образца.

Задание 5. Изучить кинетику распада аустенита.

Задание 6. Изучить влияние дефектов кристаллической решетки на удельное электро-сопротивление сплава.

Задание 7. Выбрать метод измерения малых изменений электросопротивления.

Задание 8. Изучить влияние мелкодисперсных частиц второй фазы на удельное электро-сопротивление.

Задание 9. Изучить эффекты, на которых основано действие термопар.

Задание 10. Описать приборы для измерения изменений линейных размеров образцов при их нагреве или охлаждении.

Задание 11. Охарактеризовать влияние структурных и фазовых превращений в металлах и сплавах на термическое расширение.

Задание 12. Описать причины теплового расширения металлов и сплавов.

Задание 13. Обосновать применение дилатометров для измерения ТКЛР.

Задание 14. Провести термический анализ.

Задание 15. Рассмотреть использование характеристик магнитных свойств для построения линии ограниченной растворимости на диаграмме состояния.

Задание 16. Описать алгоритм построения зависимостей при термическом анализе.

Задание 17. Рассмотреть области использования калориметрического анализа.

Задание 18. Описать дифракционные методы исследования атомной структуры вещества.

Задание 19. Рассмотреть различие в регистрации рентгенограмм и дифрактограмм.

Задание 20. Описать принцип подбора материала поглощающего фильтра.

Задание 21. Раскрыть области использования спектров поглощения.

Задание 22. Рассмотреть области применения метода Дебая- Шеррера.

Задание 23. Изучить способы регистрации дифракционной картины с помощью дифрактометра.

Задание 24. Раскрыть сущность метода экстраполяции при определении периода кристаллической решетки.

7 Формы отчетности по практике

Промежуточная аттестация обучающегося по практике проводится в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой), в ходе которого осуществляется защита обучающимся отчета по практике. Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения при прохождении практики представлена ниже.

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (дифференцированный зачет)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

Требования к отчёту по практике

Отчет по практике составляется в соответствии с ее программой. Описание должно быть сжатым, ясным и сопровождаться необходимыми цифровыми данными. Чертежи, эски-

зы, графики и схемы должны быть выполнены четко и ясно. Отчет должен быть написан грамотно и оформлен в соответствии с требованиями оформления отчетов о научно-исследовательских работах. Страницы отчета, чертежи, схемы, рисунки должны быть пронумерованы. В конце отчета дается список использованной литературы.

Отчет по научно-исследовательской работе должен включать следующие элементы:

- титульный лист;
- учетную карточку;
- введение (характеристика кафедры, научные направления данного подразделения, актуальность темы индивидуального задания);
- цель и задачи исследования;
- литературный обзор (отчеты, статьи, инструкции или аналитический обзор по теме исследования);
- материалы и методы исследования (опционально);
- результаты исследований и их обсуждение;
- заключение и выводы;
- список литературы;
- приложение (опционально).

8 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике

Ниже приведен перечень контрольных вопросов и (или) заданий, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках защиты отчета по практике. Они позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения, указанных в разделе 3.

Перечень контрольных вопросов и (или) заданий

1. Что является критерием равновесия любой изолированной системы? (код компетенции – УК-2, коды индикаторов достижения компетенции – УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3).
2. Если система может находиться в некоторых состояниях, то которое из последних может быть устойчивым? (код компетенции – УК-2, коды индикаторов достижения компетенции – УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3).
3. В каком случае возможно фазовое превращение в системе? (код компетенции – УК-1, коды индикаторов достижения компетенции – УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3).
4. Зачем нужны модели объектов (событий, процессов, систем)? (код компетенции – УК-3, коды индикаторов достижения компетенции – УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3).
5. Имитирование предполагает, что суть явления постигается (код компетенции – УК-4, коды индикаторов достижения компетенции – УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3).
6. Что выступает в качестве объекта моделирования? (код компетенции – УК-6, коды индикаторов достижения компетенции – УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3).
7. Совокупность объектов, объединенных некоторой формой регулярного взаимодействия или взаимозависимости, для выполнения заданной функции называют ... (код компетенции – ПК-1, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3).
8. Чем ограничивают разбиение системы на составляющие ее части при проведении моделирования? (код компетенции – ПК-2, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3)
9. Что означает в моделировании понятие «черный ящик»? (код компетенции – ПК-2, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3)
10. Можно ли считать выходную функцию параметром оптимизации? (код компетенции – ПК-3, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3)

11. Физическое состояние, в котором полимер способен к большим (сотни процентов) обратимым деформациям, называется:

1. Стеклообразным;
2. Вязкотекучим;
3. Высокоэластическим;
4. Кристаллическим (код компетенции – ПК-3, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3).

12. Каков основной механизм упрочнения в дисперсно-упрочненных КМ?

1. повышение плотности дислокаций;
2. измельчение зерна;
3. образование твердых растворов внедрения;
4. образование частиц, служащих препятствиями при перемещении дислокаций;
5. создание гетерогенной структуры с деформируемыми фазами (код компетенции – ПК-4, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3).

13. В каких пределах изменяется объемная доля волокна в волокнистых КМ?

1. от 0 до 1;
2. от 0 до 0,8;
3. от 0 до $V_{кр}$;
4. от $V_{кр}$ до 1;
5. от $V_{кр}$ до 0,8 (код компетенции – ПК-4, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3).

14. Как называется процесс уменьшения начального размера частиц материала путем разрушения их под действием внешних усилий?

1. сцепление;
2. измельчение;
3. спекание;
4. кристаллизация;
5. просеивание (код компетенции – ПК-5, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3).

15. Вулканизаторы вводят в состав резин для ...

1. облегчения процесса переработки резиновой смеси;
2. замедления процесса старения;
3. формирования сетчатой структуры;
4. повышения эластичности и морозостойкости (код компетенции – ПК-5, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3).

16. Спексаемость – это...

1. способность порошка заполнять форму;
2. прочность сцепления частиц в результате термической обработки прессованных заготовок;

3. способность порошка уплотняться под действием внешней нагрузки (код компетенции – ПК-10, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-10.1, ПК-10.2, ПК-10.3).

17. Какая из перечисленных композиций не относится к дисперсно-упрочненным композиционным материалам?

1. Al-Al₂O₃;
2. сплав на основе Al-Al₂O₃;
3. Ni-HfO₂;
4. полиэфирная смола-бор;
5. сплав на основе Ni-HfO₂. (код компетенции – ПК-6, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3).

18. С увеличением давления прессования, прочность ...:

1. уменьшается;

2. остается неизменной;
3. увеличивается;
4. нет правильного ответа (код компетенции – ПК-10, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-10.1, ПК-10.2, ПК-10.3).

19. Что такое атритор?

1. аппарат для механического измельчения порошков;
2. гидростатическая машина;
3. автоматический пресс;
4. аппарат для классифицирования порошков;
5. шаровой барабанный смеситель (код компетенции – ПК-7, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3).

20. Как называется соединение $\text{Me}_a(\text{CO})_c$?

1. карбоксильное соединение;
2. карбонильное соединение;
3. карбиды;
4. карбоамиды;
5. нет правильного ответа (код компетенции – ПК-9, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-9.1, ПК-9.2, ПК-9.3).

9 Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики

Для проведения практики требуются: лаборатория, оснащенная микротвердомерами ПМТ-3, металлографическими и оптическими микроскопами, лаборатория, оснащенная электрической печью, компьютерный класс с выходом в сеть «Интернет».

10 Перечень учебной литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для проведения практики

Основная литература

1. Гуляев, А. П. Металловедение : учебник для вузов / А. П. Гуляев, А. А. Гуляев. 7-е изд., перераб. и доп. М. : Альянс, 2011. 644 с : ил. ISBN 978-5-903034-98-7
2. Физическое материаловедение : учебник для вузов : в 7 т. / НИЯУ МИФИ ; под общ. ред. Б. А. Калина. 2-е изд., перераб. Москва, 2012. ISBN 978-5-7262-1793-2. Т. 1: Физика твердого тела / Г. Н. Елманов [и др.]. 2012. 763 с., [2] л. портр. : ил. ISBN 978-5-7262-1794-9 (т. 1)
3. Физическое материаловедение : учебник для вузов : в 7 т. / НИЯУ МИФИ ; под общ. ред. Б. А. Калина. 2-е изд., перераб. Москва, 2012. ISBN 978-5-7262-1793-2. Т. 2: Основы материаловедения / Г. Н. Елманов [и др.]. 2012. 603 с., [2] л. портр. : ил. ISBN 978-5-7262-1807-6 (т. 2)
4. Физическое материаловедение : учебник для вузов : в 7 т. / НИЯУ МИФИ ; под общ. ред. Б. А. Калина. 2-е изд., перераб. Москва, 2012. ISBN 978-5-7262-1793-2. Т. 3: Методы исследования структурно-фазового состояния материалов / Н. В. Волков [и др.]. 2012. 799 с., [1] л. портр. : ил. ISBN 978-5-7262-1814-4 (т. 3)
5. Сапунов, С. В. Материаловедение [Электронный ресурс] / Сапунов С. В. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург : Лань, 2015. 208 с. ISBN 978-5-8114-1793-3.

Дополнительная литература

1. Захаров, А. М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем : учебное пособие / А. М. Захаров. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Металлургия, 1990. 239 с. : ил. ISBN 5-229-00517-3.
2. Дальский, А.М. Технология конструкционных материалов: учебник для машиностроит. вузов / А.М. Дальский [и др.]; под общ. Ред. А.М. Дальского. - 6-е изд., испр. и доп. — М.: Машиностроение, 2005. 592 с: ил. ISBN 5-217-03311-8 — Текст: непосредственный.
3. Проскуряков Н.Е. Основы методов планирования эксперимента/ планирования эксперимента/ Н.Е.Проскуряков, С.И.Ходов; под ред. А.К. Талалаева; ТулГУ. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2014. – 64 с.
4. Грешилов А.А. Математические методы принятия решений: учеб. пособие для вузов/ А.А. Грешилов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2006. - 584 с.- ISBN 5-7038-2893-7.- 8 экз.
5. Двоенко С.Д. Введение в системный анализ и принятие решений: учеб пособие/ С.Д. Двоенко. - Тула: ТулГУ, 2008.- 142 с. - ISBN 978-5-7679-1168-4. – 23 экз.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://www.elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLibrary.ru, доступ свободный
2. Видеолекции по актуальным вопросам современного материаловедения // Режим доступа: <http://univertv.ru/video/fizika/materialovedenie/?mark=science1> //, свободный. – Загл. с экрана.
3. База данных микроструктур металлов и сплавов «Микроструктура» // Режим доступа <http://microstructure.ru/> //, свободный. – Загл. с экрана.
4. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС «Лань», доступ авторизованный
5. <https://urait.ru/> - Образовательная платформа «Юрайт», доступ авторизованный
6. <https://www.iprbookshop.ru/> - Цифровой образовательный ресурс IPR SMART, доступ авторизованный
7. <https://tsutula.bookonlime.ru/> - ЭБС ТулГУ «BookOnLime» учебные издания ТулГУ по всем дисциплинам, доступ авторизованный.
8. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» , доступ свободный.

11 Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Текстовый редактор Microsoft Word.
2. Текстовый редактор OpenOffice Writer.
3. Текстовый редактор Лексикон.
4. Векторный редактор LibreOffice Draw.
5. Векторный редактор Inkscape.
6. Программа для создания архивов WinRar.
7. Программа для создания архивов Атлансис Архиватор.
8. Пакет офисных приложений «МойОфис».