

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
Решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. №6

Рабочая программа дисциплины

Инженерный язык материаловедения

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.03.02 - Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Профиль образовательной программы

Физика конденсированного состояния

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород - 2023

1. Место и цели дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Инженерный язык материаловедения» (Б1.В.08) относится к обязательным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина преподается в 8 семестре.

Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Характеристика дисциплины
Блок 1. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.1.ДВ.08.02 к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений. ООП направления подготовки 03.03.02 Физика

Целью освоения дисциплины является формирование необходимых компетенций в области разработки и применения карт инженерных, технологических и эксплуатационных свойств материалов.

Освоение дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплины «Физика твердого тела» и «Введение в материаловедение», преподаваемых на 3 курсе физического факультета.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ПК-1.1 Демонстрация способности использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	<u>Знать</u> - подходы к построению математических моделей типовых задач в области физики, химии и механики твердого тела. - границы применимости типов моделей и способы интерпретации результатов моделирования. - наборы параметров материалов, необходимых для построения карт разного типа. - методы обработки и преобразования данных в форматы, необходимые для построения карт; - методы и подходы к построению областей карт и карт в целом. <u>Уметь</u> - конструировать физические и математические модели структур, процессов и структурно-фазовых превращений используя методы континуального и дискретного описания; - с использованием современных компьютерных средств	Собеседование. Практическая задача Зачет

		<p>обеспечить адекватное представление результатов многофакторного моделирования и уметь интерпретировать результаты моделирования;</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать методы получения, хранения и переработки данных (параметров материалов) для построения карт механизмов; - на базе известных моделей и преобразованных экспериментальных данных строить карты различных процессов; <p><u>Владеть</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - инструментарием компьютерного численного моделирования; - опытом использования компьютерных расчетов для обобщения данных по изученному предмету и получения новых знаний в области физики, химии и механики; - навыками работы с персональным компьютером как средством управления информацией, необходимой для построения карт разного типа. 	
--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, всего 108 часов, из которых 51 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (12 часов - занятия лекционного типа, 38 часов - практические занятия, 1 час на контроль) и 45 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (21 час - самостоятельная работа в течение семестра, 36 часов – при подготовке к экзамену).

Очная форма обучения	
Общая трудоемкость	3 зет
Часов по учебному плану в том числе	108
аудиторные занятия (контактная работа):	51
- занятия лекционного типа, ч	12
- практические занятия, ч	38
самостоятельная работа, ч	57
КСР	1
Промежуточная аттестация	экзамен

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них				Всего	
Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации				
Тема 1. Базовые понятия инженерного языка материаловедения Предмет изучения и основные концепции современного материаловедения. Краткая история науки материаловедение. Обзор основных задач, решаемых с помощью методов МВ. Язык карт инженерных, технологических и эксплуатационных свойств.	13	1	5	-	-	6	7
Тема 2. Инженерные свойства материалов Базовые инженерные свойства материалов. Их связь со структурой и термодинамическими параметрами материалов. Методы выбора оптимизируемого свойства в зависимости от области применения изделия.	12	2	4	-	-	6	6
Тема 3. Гибридные материалы. Макроформа Виды гибридных материалов. Особенности создания гибридных материалов. Влияние макроформы на эксплуатационные свойства изделия.	11	1	4	-	-	5	6
Тема 4. Гибридные материалы. Микроформа Влияние микроформы на эксплуатационные свойства изделия. Методы построения карт инженерных свойств для гибридных материалов с учетом макро- и микроформы.	11	1	4	-	-	5	6
Тема 5. Карты инженерных свойств материалов Методы построения карт инженерных свойств для различных типов материалов. Базовые физические, химические и механические модели, используемые для построения карт инженерных свойств материалов.	12	2	4	-	-	6	6
Тема 6. Технологические свойства материалов Базовые технологические свойства материалов. Их связь со структурой и термодинамическими параметрами материалов. Методы выбора оптимизируемого технологического свойства в зависимости от области применения изделия.	12	2	4	-	-	6	6
Тема 7. Карты технологических свойств материалов Методы построения карт технологических свойств для различных типов материалов. Базовые физические, химические и механические модели, используемые для построения карт технологических свойств материалов.	11	1	4	-	-	5	6
Тема 8. Эксплуатационные свойства материалов Базовые эксплуатационные свойства материалов. Их связь со структурой и термодинамическими параметрами материалов. Методы выбора оптимизируемого эксплуатационного свойства в зависимости от области применения изделия.	11	1	4	-	-	5	6

Тема 9. Карты эксплуатационных свойств материалов Основные методы построения карт эксплуатационных свойств для различных типов материалов. Базовые физические, химические и механические модели, используемые для построения карт эксплуатационных свойств материалов.	14	1	5	-	-	6	8
Итого	108	12	38	-	-	38	57

Текущий контроль осуществляется в рамках занятий лекционного типа и индивидуальных консультаций.

В процессе изучения дисциплины «Инженерный язык материаловедения используются следующие образовательные технологии: проблемный метод изложения материала и диалогичная форма проведения лекций, методы научной дискуссии. На практических занятиях используются активные и интерактивные формы проведения занятий (мозговой штурм, метод кейсов, эвристическая беседа и др.)

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов связана с применением компьютерных и информационно-коммуникационных технологий.

В преподавании дисциплины (в части семинаров) активно используются интерактивные технологии групповой работы, когда студенты обсуждают с преподавателем предложенную им задачу (научно-практическую проблему) как индивидуально («преподаватель – студент»), так и в ходе группового обсуждения с преподавателем возможных вариантов предложенных студентами решений («преподаватель – группа студентов»). В ходе обсуждения преподаватель может высказывать конструктивные критические замечания к предлагаемым решениям, просить студентов уделить особое внимание какому-нибудь аспекту рассматриваемого явления (обосновать сделанные выводы), а также предложить провести групповое обсуждение рассматриваемой проблемы и прийти к единому мнению.

Самостоятельная работа студентов включает активное изучение основной и вспомогательной учебной литературы, а также соответствующих разделов учебных и учебно-методических пособий, перечень которых приведен в п.6 настоящей рабочей программы дисциплины.

Основной целью самостоятельной работы является получение знаний и умений работы с материалом по темам, заданных преподавателем для самостоятельного разбора.

Для проведения самостоятельной работы обучающимся предоставляются свободные аудитории, возможность использования компьютерной техники, в том числе с доступом к базам данных и к ресурсам Интернет.

Контрольные вопросы, выносимые на самостоятельное изучение:

1. Пределы изменения значений параметров инженерных свойств для различных материалов
2. Физические и химические модели процессов, контролирующих технологические свойства металлических материалов (свойство по выбору).
3. Физические и химические модели процессов, контролирующих эксплуатационные свойства металлических материалов (свойство по выбору).

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы:

1. Г. Дж. Фрост, М.Ф. Эшби Карты механизмов деформации. Челябинск: Металлургия, 1989. – 328 с.
2. P.W.R. Beaumont, H.Sekine. Physical Modelling of Engineering Problems of Composites and Structures / Applied Composite Materials. – 2000. – Vol. 7, №1. – P.13-37.
<http://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1008925315042>
3. G. Castillo, H. Wagnier, M. Danis, Y. Brechet. Determination of Materials Selection Performance Indices Through the Combination of Numerical Modeling and Optimization Methods / Advanced Engineering Materials. – 2009. – Vol. 11, № 11. – P. 938–944.

4. T.G. Langdon, F.A. Mohamed. A simple method of constructing an Ashby-type deformation mechanism map / Journal of Materials Science. – 1978. – Vol.13, №6. – P. 1282–1290.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Уровень сформированности компетенций	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено			Зачтено			
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Мотивация (личностное отношение)	Полное отсутствие учебной активности и мотивации	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность качественно решать поставленные задачи отсутствует	Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
Характеристики	Компетенция	Компетенция в	Сформирован-	Сформирован-	Сформирован-	Сформиро-	Сформирован-

Характеристика сформированности компетенции	не сформирована. Отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	компетенция соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	компетенция в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным задачам.	компетенция в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	компетенция полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	компетенция превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач.
Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий
Баллы, %	0-30	31-50	51-70	71-85	86-90	91-98	99-100

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
Незачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- практические задания (текущий контроль);
- письменные ответы на тестовые вопросы (текущий контроль).

Для оценивания результатов обучения в виде умений используются следующие процедуры и технологии:

- комплексные практические задания (текущий контроль).
- индивидуальная или групповая дискуссия с преподавателем при обсуждении возможных вариантов решения поставленных задач (текущий контроль);

Для оценивания результатов обучения в виде владений (оценка навыков) используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания повышенной сложности (факультативные задачи или практические задания) (текущий контроль).

Типовые контрольные задания для промежуточного контроля сформированности компетенций приведены в п.3 Фонда оценочных средств дисциплины «Инженерный язык материаловедения».

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Опишите «пирамиду» материаловедения. Дайте подробное описание ее элементов.	ПК-1.1
2. Перечислите основные инженерные свойства материалов. Как параметры этих свойств связаны со структурой и составом материалов?	ПК-1.1
3. Опишите влияние параметров макроформы на инженерные свойства изделия. Приведите примеры.	ПК-1.1
4. Опишите влияние параметров микроформы на инженерные свойства изделия. Приведите примеры.	ПК-1.1
5. Рассмотрите типичную карту инженерных свойств в осях модуль Юнга-плотность. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.	ПК-2.1
6. Рассмотрите типичную карту инженерных свойств в осях трещиностойкость-плотность. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.	ПК-1.1
7. Рассмотрите типичную карту инженерных свойств в осях теплопроводность-плотность. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.	ПК-1.1
8. Опишите экспериментальный способ построения карт инженерных свойств в осях модуль Юнга-плотность.	ПК-1.1
9. Опишите экспериментальный способ построения карт инженерных свойств в осях трещиностойкость-плотность.	ПК-1.1
10. Опишите экспериментальный способ построения карт инженерных свойств в осях теплопроводность-плотность.	ПК-1.1
11. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту инженерных свойств в осях модуль Юнга-плотность.	ПК-1.1
12. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту инженерных свойств в осях трещиностойкость-плотность.	ПК-1.1
13. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту инженерных свойств в осях теплопроводность-плотность.	ПК-1.1
14. Рассмотрите типичную карту спекания. Опишите характерные области,	ПК-1.1

которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.	
15. Рассмотрите типичную карту деформации. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.	ПК-1.1
16. Рассмотрите типичную карту сварки. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.	ПК-1.1
17. Опишите экспериментальный и численный способ построения карт спекания.	ПК-1.1
18. Опишите экспериментальный и численный способ построения карт деформации.	ПК-1.1
19. Опишите экспериментальный и численный способ построения карт сварки.	ПК-1.1
20. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту спекания.	ПК-1.1
21. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту деформации.	ПК-1.1
22. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту сварки.	ПК-1.1
23. Рассмотрите типичную карту износа. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.	ПК-1.1
24. Рассмотрите типичную карту разрушения. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.	ПК-1.1
25. Рассмотрите типичную карту усталости. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.	ПК-1.1

5.2.2 Примеры практических заданий для семинарских занятий, самостоятельной работы обучающихся, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации:

1. Имея карту в осях теплопроводность-плотность и используя соответствующие физические модели, постройте карту в осях теплоемкость-плотность и сравните ее с экспериментальной.
2. Имея карту в осях модуль Юнга-плотность и используя соответствующие физические модели, постройте карту в осях модуль сдвига-плотность и сравните ее с экспериментальной
3. Используя данные Эшби, постройте карту механизмов деформации меди с размером зерна 100 мкм в осях напряжение-температура.
4. Перестройте карту механизмов деформации меди с размером зерна 100 мкм в осях напряжение-температура в осях скорость деформации-температура, получив в качестве изолинии напряжение.
5. Укажите, как изменится карта механизмов деформации меди с размером зерна 100 мкм в осях напряжение-температура (перестройте карту) при добавлении в материал легирующих элементов, образующих твердый раствор замещения в концентрации до предела растворимости.
6. Используя карты механизмов деформации и соответствующие модели, связывающие скорость деформации, время до разрушения и величину предела деформации, накопленной в материале, постройте карту механизмов разрушения в осях напряжение-температура с изолиниями времени до разрушения.

7. Укажите, как изменится карта механизмов разрушения в осях напряжение-температура материала с размером зерна 100 мкм (перестройте карту) при изменении размера зерна до 10 мкм.
8. Укажите, как изменится карта механизмов разрушения в осях напряжение-температура материала с размером зерна 10 мкм (перестройте карту) при добавлении в материал дисперсных частиц с характерным размером 1 мкм и объемной долей 1%.
9. На основе карт механизмов деформации и разрушения в осях скорость деформации-напряжение постройте карту механизмов износа в осях нагрузка-скорость движения контртела с изолиниями постоянной температуры.
10. На основе карт механизмов деформации и моделей, связывающих накопленную деформацию и предел деформации, постройте карту механизмов усталости и сравните с экспериментальной. Объясните несоответствие.
11. Укажите, как изменится карта механизмов усталости материала с размером зерна 100 мкм (перестройте карту) при добавлении в материал легирующих элементов, образующих твердый раствор замещения в концентрации до предела растворимости.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Г. Дж. Фрост, М.Ф. Эшби Карты механизмов деформации. Челябинск: Металлургия, 1989. – 328 с.
2. Кан Р. У. Становление материаловедения. Н.Новгород: изд-во Нижегородского госуниверситета, 2011. – 618 с.
3. Чувильдеев В.Н. Неравновесные границы зерен в металлах. Теория и приложения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 304 с.
4. Физическое материаловедение в 3 т. / Под ред. Р.У. Кана, П. Хаазена, пер. с англ. под ред. О.В. Абрамова, 3-е изд. перераб и доп. / Том 1. Атомное строение металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1987. – 764 с.
5. Физическое материаловедение в 3 т. / Под ред. Р.У. Кана, П. Хаазена, пер. с англ. под ред. О.В. Абрамова, 3-е изд. перераб. и доп. / Т. 2: Фазовые превращения в металлах и сплавах и сплавы с особыми физическими свойствами. – М.: Металлургия, 1987. – 621 с.
6. Физическое материаловедение в 3 т. / Под ред. Р.У. Кана, П. Хаазена, пер. с англ. под ред. О.В. Абрамова, 3-е изд. перераб. и доп. / Т. 3: Физико-механические свойства металлов и сплавов. – М.: Металлургия, 1987. – 661 с.
7. Инженерные свойства материалов. Многоцелевая оптимизация при конструировании и выборе материалов. Учебное пособие / пер. с англ. Под ред В.Н. Чувильдеева. Н.Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2005. – 52 с.
8. Микроструктуры сплавов. Учебное пособие / пер. с англ. Под ред В.Н. Чувильдеева. Н.Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2005. – 20 с.
9. Физическое материаловедение: учебник для вузов : в 7 т. / Под общей ред. Б.А. Калина/ Том 1. Физика твердого тела / Г.Н. Елманов, А.Г. Залужный, В.И. Скрытный, Е.А. Смирнов, Ю.А. Перлович, В.Н. Яльцев. – М.:НИЯУ МИФИ, 2012. – 764с.
10. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: в 7 т. / Под общей ред. Б.А. Калина / – Том 2. Основы материаловедения / Г.Н. Елманов, Б.А. Калинин, С.А. Кохтев, В.В. Нечаев, А.А. Полянский, Е.А. Смирнов, В.И. Стаценко. – М.:НИЯУ МИФИ, 2012. – 604 с.
11. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. / Под общей ред. Б.А. Калина/ – Том 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов / Н.В. Волков, В.И. Скрытный, В.П. Филиппов, В.Н. Яльцев. – М.:НИЯУ МИФИ, 2012. – 800 с.
12. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. / Под общей ред. Б.А. Калина / – Том 4. Радиационная физика твердого тела. Компьютерное моделирование М.Г. Ганченкова, Е.Г. Григорьев, Б.А. Калинин, Г.И. Соловьев, А.Л. Удовский, В.Л. Якушин. – М.:НИЯУ МИФИ, 2012. – 624 с.

13. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: В 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина/ – Том 5. Материалы с заданными свойствами М.И. Алымов, М.А. Бурлакова, Г.Н. Елманов, Б.А. Калинин, А.Н. Калашников, В.В. Нечаев, А.А. Полянский, А.Н. Сучков, И.И. Чернов, Я.И. Штромбах, А.В. Шульга. – М.:НИЯУ МИФИ, 2012. – 700 с.
14. A.M.K. Esawi, M.F. Ashby. Computer-based selection of joining processes. Methods, software and case studies / Materials and Design. – 2004. – Vol. 25. – P. 555–564. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306904000585>
15. A.M.K. Esawi, M.F. Ashby. Cost estimates to guide pre-selection of processes / Materials & Design. – 2003. – Vol. 24, № 8. – P. 605–616. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306903001365>
16. M.F. Ashby, Y.J.M. Bréchet, D. Cebon, L. Salvo. Selection strategies for materials and processes / Materials & Design. – 2004. – Vol. 25, №1. – P. 51–67. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306903001596>
17. E.M.A. Maine, M.F. Ashby. An investment methodology for materials / Materials & Design. – 2002. – Vol. 23, № 3. – P. 297–306. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306901000553>
18. K.W Johnson, P.M Langdon, M.F Ashby. Grouping materials and processes for the designer: an application of cluster analysis / Materials & Design. – 2002. – Vol. 23, № 1. – P. 1–10. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306901000358>
19. M.F. Ashby, Y.J.M. Bréchet. Designing hybrid materials, / Acta Materialia. – 2003. – Vol. 51, № 19. – P. 5801–5821. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359645403004415>
20. P.W.R. Beaumont, H.Sekine. Physical Modelling of Engineering Problems of Composites and Structures / Applied Composite Materials. – 2000. – Vol. 7, №1. – P.13-37. <http://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1008925315042>
21. T.G. Langdon, F.A. Mohamed. A simple method of constructing an Ashby-type deformation mechanism map / Journal of Materials Science. – 1978. – Vol.13, №6. – P. 1282–1290. <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00544735>
22. T. C. Chang, C. H. Popelar, G. H. Staab. A damage model for creep crack growth / International Journal of Fracture. – 1986. – Vol.32, №3. – P. 157–168. <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00018350>
23. S. B. Bhaduri. Science and technology of ceramic foams / Advanced Performance Materials. – 1994. – Vol. 1, № 3. – P. 205– 220. <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00711203>
24. C. Könke. Damage evolution in ductile materials: from micro- to macro-damage / Computational Mechanics. – 1995. – Vol. 15, № 6. – P. 497–510. <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00350263>
25. G. Castillo, H. Wargnier, M. Danis, Y. Brechet. Determination of Materials Selection Performance Indices Through the Combination of Numerical Modeling and Optimization Methods / Advanced Engineering Materials. – 2009. – Vol. 11, № 11. – P. 938–944. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adem.200900159/pdf>
26. P. Sirisalee, M. F. Ashby, G. T. Parks, P. J. Clarkson. Multi-Criteria Material Selection of Monolithic and Multi-Materials in Engineering Design / Advanced Engineering Materials. – 2006. – Vol.8, № 1-2. – P. 48–56. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adem.200500196/pdf>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. <http://www.lib.unn.ru/> - сайт Фундаментальной библиотеки ННГУ.
2. <http://www.unn.ru/books/> - фонд образовательных электронных ресурсов ННГУ.
3. <https://biblio-online.ru/> - сайт электронной библиотеки «Юрайт», содержащий в открытом доступе книги по отдельным разделам дисциплины.
4. <https://e.lanbook.com> – сайт электронно-библиотечной системы «ЛАНЬ», содержащий в открытом доступе книги по отдельным разделам дисциплины.
5. <http://www.sciencedirect.com> – сайт международного издательства «Elsevier», публикующего статьи и монографии по актуальным направлениям физики конденсированного состояния и

физического материаловедения, совпадающим с тематикой отдельных разделов преподаваемой дисциплины.

6. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - российская научная электронная библиотека «Elibrary», публикующая статьи, тематика которых совпадает с тематикой отдельных разделов преподаваемой дисциплины.
7. <http://znanium.com> – сайт электронно-библиотечной системы «Znanium.com», содержащий книги по отдельным разделам дисциплины.
8. <http://eqworld.ipmnet.ru/> - сайт электронной библиотеки EqWord, содержащий книги по отдельным разделам дисциплины.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Библиотечные залы и компьютерные классы ННГУ и НИФТИ ННГУ, обеспечивающие доступ к Интернет – ресурсам. Для проведения семинарских занятий в случае необходимости со стороны физического факультета и НИФТИ ННГУ предоставляются аудитории с презентационным оборудованием.

Автор: д.ф.-м.н., проф. Чувильдеев В.Н.

Рецензент:

Зам. декана физического факультета Белова О.В.

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ от «20» мая 2023 года, протокол № б/н

Председатель

Учебно-методической комиссии

физического факультета ННГУ _____ / Перов А.А. /