

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

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 1 от 31.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Инженерный язык материаловедения

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Методика обучения физике

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.02 Инженерный язык материаловедения относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-2моф: Способен проектировать и организовывать образовательный процесс по физике с использованием современных образовательных технологий	ИД ПК-2моф: Демонстрирует способность проектировать и организовывать образовательный процесс по физике с использованием современных образовательных технологий	ИД ПК-2моф: Знать - 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. Уметь - конструировать физические и математические модели структур, процессов и структурно-фазовых превращений используя методы континуального и дискретного описания; - с использованием современных компьютерных средств обеспечить адекватное представление результатов многофакторного моделирования	Практическая задача	Зачёт: Контрольные вопросы

		и уметь интерпретировать результаты моделирования; - 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; Владеть - инструментарием компьютерного численного моделирования; - навыками работы с персональным компьютером как средством управления информацией, необходимой для построения карт разного типа.		
ПК-3моф: Способен руководить учебно-исследовательской и проектной деятельностью обучающихся в области физики	ИД ПК-3моф: Демонстрирует способность руководить учебно-исследовательской и проектной деятельностью обучающихся в области физики	ИД ПК-3моф: Знать -методы обработки и преобразования данных в форматы, необходимые для построения карт; - методы и подходы к построению областей карт и карт в целом. Уметь: с использованием современных компьютерных средств обеспечить адекватное представление результатов многофакторного моделирования и уметь интерпретировать результаты моделирования; - использовать методы получения, хранения и переработки данных (параметров материалов) для построения карт механизмов; Владеть: - опытом использования компьютерных расчетов для	Практическая задача	Зачёт: Контрольные вопросы

		обобщения данных по изученному предмету и получения новых знаний в области физики, химии и механики.		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	74
- КСР	1
самостоятельная работа	33
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
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	0	9	9	4
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	0	8	8	4
Тема 3. Гибридные материалы. Макроформа Виды гибридных материалов. Особенности создания гибридных материалов. Влияние макроформы на эксплуатационные свойства изделия.	12	0	8	8	4

Тема 4. Гибридные материалы. Микроформа Влияние микроформы на эксплуатационные свойства изделия. Методы построения карт инженерных свойств для гибридных материалов с учетом макро- и микроформы.	12	0	8	8	4
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.	11	0	8	8	3
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.	11	0	8	8	3
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	0	8	8	3
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.	12	0	8	8	4
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.	13	0	9	9	4
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	0	74	75	33

Содержание разделов и тем дисциплины

Базовые понятия инженерного языка материаловедения. Предмет изучения и основные концепции современного материаловедения. Краткая история науки материаловедения. Обзор основных задач, решаемых с помощью методов МВ. Язык карт инженерных, технологических и эксплуатационных свойств. 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. Гибридные материалы. Макроформа. Виды гибридных материалов. Особенности создания гибридных материалов. Влияние макроформы на эксплуатационные свойства изделия. Гибридные материалы. Микроформа. Влияние микроформы на эксплуатационные свойства изделия. Методы построения карт инженерных свойств для гибридных материалов с учетом макро- и микроформы. 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. 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. 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. 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. 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.

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 50 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Инженерный язык материаловедения" (<https://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=5477>).

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическая задача) для оценки сформированности компетенции ПК-2моф:

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.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Практическая задача) для оценки сформированности компетенции ПК-3моф:

1. 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.
2. 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%.
3. 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.
4. На основе карт механизмов деформации и моделей, связывающих накопленную деформацию и предел деформации, постройте карту механизмов усталости и сравните с экспериментальной. Объясните несоответствие.
5. 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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическая задача)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	знаний вследствие отказа обучающегося от ответа		много негрубых ошибок	подготовки . Допущено несколько негрубых ошибок	подготовки . Допущено несколько несущественных ошибок	подготовк и. Ошибок нет.	
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»
--	--------------	---

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2моф

1. Опишите «пирамиду» материаловедения. Дайте подробное описание ее элементов.
2. Перечислите основные инженерные свойства материалов. Как параметры этих свойств связаны со структурой и составом материалов?
3. Опишите влияние параметров макроформы на инженерные свойства изделия. Приведите примеры.
4. Опишите влияние параметров микроформы на инженерные свойства изделия. Приведите примеры.
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.
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.
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.
8. Опишите экспериментальный способ построения карт инженерных свойств в осях модуль Юнга-плотность.
9. Опишите экспериментальный способ построения карт инженерных свойств в осях трещиностойкость-плотность.
10. Опишите экспериментальный способ построения карт инженерных свойств в осях теплопроводность-плотность.
11. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту инженерных свойств в осях модуль Юнга-плотность.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3моф

1. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту инженерных свойств в осях трещиностойкость-плотность.
2. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту инженерных свойств в осях теплопроводность-плотность.

3. Рассмотрите типичную карту спекания. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.
4. Рассмотрите типичную карту деформации. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.
5. Рассмотрите типичную карту сварки. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.
6. Опишите экспериментальный и численный способ построения карт спекания.
7. Опишите экспериментальный и численный способ построения карт деформации.
8. Опишите экспериментальный и численный способ построения карт сварки.
9. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту спекания.
10. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту деформации.
11. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту сварки.
12. Рассмотрите типичную карту износа. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.
13. Рассмотрите типичную карту разрушения. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.
14. Рассмотрите типичную карту усталости. Опишите характерные области, которые на ней выделяются и объясните причину возникновения этих областей. Укажите способ определения границ между этими областями.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно»
не зачтено	хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Кан Роберт У. Становление материаловедения / авториз. пер. с англ. Т. К. Лабутиной, А. В. Шавлевой ; под ред. В. Н. Чувильдеева ; ННГУ. - Изд. 2-е, доп. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2017. - 667 с. - ISBN 0-08-042679-4 (англ.) : 1425.64., 2 экз.
2. Чувильдеев В. Н. Деформация и разрушение конструкционных материалов: проблемы старения и ресурса : учебное пособие / Чувильдеев В. Н., Вирясова Н. Н. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. - 67 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730365&idb=0>.
3. Физика новых материалов : учебное пособие / В. Н. Чувильдеев, А. В. Нохрин, О. Э. Пирожникова [и др.] ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2010. - 105 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849955&idb=0>.
4. Физическое материаловедение : в 2 ч. Ч. 1. Пассивные диэлектрики / Томилин В.И., Томилина Н.П., Бахтина В.А. - Москва : СФУ, 2012., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=654880&idb=0>.
5. Физическое материаловедение. В 3 ч. Ч. 2. Фазовые превращения в металлах и сплавах / Федотов А.К. - Москва : Вышэйшая школа, 2012., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=653295&idb=0>.
6. Физическое материаловедение. В 3 ч. Ч. 3. Материалы энергетики и энергосбережения / Федотов А.К., Анищик В.М., Тиванов М.С. - Москва : Вышэйшая школа, 2015., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=653190&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Фрост Г. Дж. Карты механизмов деформации / пер. с англ. Л. М. Бернштейна. - Челябинск : Металлургия, Челяб. отд-ние, 1989. - 327, [1] с. : ил. - ISBN 5-229-00078-3 (в пер.) : 4.70., 1 экз.
2. Гуреева М. А. Металловедение: макро- и микроструктуры литейных алюминиевых сплавов / Гуреева М. А., Овчинников В. В., Манаков И. Н. - 2-е изд. ; пер. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 254 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/493713> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-10223-9 : 659.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=786806&idb=0>.
3. Чувильдеев Владимир Николаевич. Неравновесные границы зерен в металлах. Теория и приложения. - М. : Физматлит, 2004. - 304 с. - ISBN 5-9221-0435-7 : 40.00., 9 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

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 12 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 (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Чувильдеев Владимир Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Нохрин Алексей Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 09.01.2024, протокол № б/н.