

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от "30"ноября 2022 г. №13

Рабочая программа дисциплины
«Междисциплинарные проблемы в науке о материалах»

Уровень высшего образования
Подготовка научных и научно-педагогических кадров

Научные специальности

1.1.2. Дифференциальные уравнения и математическая физика, 1.1.4. Теория вероятностей и математическая статистика, 1.1.5. Математическая логика, алгебра, теория чисел и дискретная математика, 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела, 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение, 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, 1.3.11. Физика полупроводников, 1.3.19. Лазерная физика, 1.3.4. Радиофизика, 1.3.7. Акустика, 1.3.8. Физика конденсированного состояния, 1.4.1. Неорганическая химия, 1.4.2. Аналитическая химия, 1.4.3. Органическая химия, 1.4.4. Физическая химия, 1.4.7. Высокомолекулярные соединения, 1.4.8. Химия элементоорганических соединений, 1.5.11. Микробиология, 1.5.15. Экология, 1.5.2. Биофизика, 1.5.21. Физиология и биохимия растений, 1.5.5. Физиология человека и животных, 2.2.2. Электронная компонентная база микро и наноэлектроники, квантовых устройств, 3.2.7. Аллергология и иммунология, 5.1.1. Теоретико-исторические правовые науки, 5.1.2. Публично-правовые (государственно-правовые) науки, 5.1.3. Частно-правовые (цивилистические) науки, 5.1.4. Уголовно-правовые науки, 5.1.5. Международно-правовые науки, 5.12.1. Междисциплинарные исследования когнитивных процессов, 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика, 5.2.4. Финансы, 5.2.6. Менеджмент, 5.3.7. Возрастная психология, 5.4.2. Экономическая социология, 5.4.4. Социальная структура, социальные институты и процессы, 5.4.6. Социология культуры, 5.4.7. Социология управления, 5.5.2. Политические институты, процессы, технологии, 5.5.4. Международные отношения, глобальные и региональные исследования, 5.6.1. Отечественная история, 5.6.2. Всеобщая история, 5.6.7. История международных отношений и внешней политики, 5.7.1. Онтология и теория познания, 5.8.2. Теория и методика обучения и воспитания, 5.8.7. Методология и технология профессионального образования, 5.9.2. Литературы народов мира, 5.9.5. Русский язык. Языки народов России, 5.9.6. Языки народов зарубежных стран (с указанием конкретного языка или группы языков), 5.9.9. Медиакоммуникации и журналистика

Нижний Новгород
2023 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Междисциплинарные проблемы в науке о материалах» является факультативной дисциплиной и изучается на 2 году обучения в 3 семестре.

Освоение курса опирается на знания, умения, навыки и компетенции, сформированные на двух предшествующих уровнях образования при изучении дисциплин «Химия», «Физика твердого тела», «Механика твердого тела», «Химия твердого тела», «Физика металлов, сплавов и керамик», «Физические основы прочности и пластичности».

Целью освоения дисциплины является формирование необходимых компетенций в области использования междисциплинарного языка материаловедения

3. Структура и содержание дисциплины.

Объем дисциплины (модуля) составляет всего - 36 часов, из которых 36 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа – 18 часа, 18 часа – занятия семинарского типа).

Таблица 2

Структура дисциплины

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине | Всего (часы) | В том числе | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
|---|--------------|--|--------------------------------------|----------------------------|--|-------|---|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | | Всего | |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа (практика) | Занятия лабораторного типа | | | |
| | | | | | | | |
| Становление современного материаловедения (МВ). Язык современного материаловедения | 11 | 3 | 4 | | | 7 | 4 |
| Язык, границы применимости и проблемы физики твердого тела в МВ | 13 | 4 | 3 | | | 7 | 6 |
| Язык, границы применимости и проблемы химии твердого тела в МВ | 13 | 4 | 3 | | | 7 | 6 |
| Язык, границы применимости и проблемы механики твердого тела в МВ | 13 | 4 | 3 | | | 7 | 6 |
| Подходы к описанию междисциплинарных проблем в МВ на стыке физики, механики и химии материалов | 14 | 3 | 5 | | | 8 | 6 |
| В т.ч.текущий контроль | 2 | | | | | | |
| Промежуточная аттестация – зачет | | | | | | | |

Таблица 3**Содержание дисциплины**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Форма проведения занятий | Форма текущего контроля |
|--------------|---|--|---------------------------------|---|
| 1 | Становление современного материаловедения (МВ). Язык современного материаловедения | Предмет изучения и основные концепции современного материаловедения. Краткая история науки материаловедение. Обзор основных задач, решаемых с помощью методов MSE. Язык карт инженерных, технологических и эксплуатационных свойств. | Лекции, практические занятия | Реферат Устный опрос Практические задания |
| 2 | Язык, границы применимости и проблемы физики твердого тела в МВ | Базовые понятия и методы физики твердого тела, используемые в современном материаловедении. Место физики твердого тела в MSE. Проблемы применения языка и методов физики твердого тела при решении актуальных задач современного материаловедения. | Лекции, практические занятия | Реферат Устный опрос Практические задания |
| 3 | Язык, границы применимости и проблемы химии твердого тела в МВ | Базовые понятия и методы химии твердого тела, используемые в современном материаловедении. Место химии твердого тела в MSE. Проблемы применения языка и методов химии твердого тела при решении актуальных задач современного материаловедения. | Лекции, практические занятия | Реферат Устный опрос Практические задания |
| 4 | Язык, границы применимости и проблемы механики твердого тела в МВ | Базовые понятия и методы механики твердого тела, используемые в современном материаловедении. Место механики твердого тела в MSE. Проблемы применения языка и методов механики твердого тела при решении актуальных задач современного материаловедения. | Лекции, практические занятия | Реферат Устный опрос Практические задания |
| 5 | Подходы к описанию междисциплинарных проблем в МВ на стыке | Проблема языка современного материаловедения. Подходы | Лекции, практические занятия | Реферат Устный опрос |

| | | | | |
|--|-------------------------------------|--|--|----------------------|
| | физики, механики и химии материалов | к решению междисциплинарных проблем в MSE. | | Практические задания |
|--|-------------------------------------|--|--|----------------------|

4. Формы организации и контроля самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение конспектов лекций, выделенных разделов основной литературы, а также дополнительной литературы, подготовку устного доклада (публичного выступления), подготовку к промежуточной аттестации.

Перечень основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения приведен в п. 7 настоящей Рабочей программы дисциплины.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации, примерные темы для устного доклада (публичного выступления) приведены в п. 6.4 настоящей Рабочей программы дисциплины.

5. Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине

5.1. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

При выполнении всех работ учитываются следующие **основные критерии**:

- уровень теоретических знаний (подразумевается не только формальное воспроизведение информации, но и понимание предмета, которое подтверждается правильными ответами на дополнительные, уточняющие вопросы, заданные экзаменаторами);
- умение использовать теоретические знания при анализе конкретных проблем, ситуаций;
- качество изложения материала, то есть обоснованность, четкость, логичность ответа, а также его полнота (то есть содержательность, не исключающая лаконичности);
- способность устанавливать внутри- и межпредметные связи,
- оригинальность мышления, знакомство с дополнительной литературой и другие факторы.

Описание шкалы оценивания на промежуточной аттестации в форме экзамена

Описание шкалы оценивания на промежуточной аттестации в форме зачета

| Оценка | Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой |
|-------------------|--|
| <i>Зачтено</i> | владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить проблемные ситуации в организации научных исследований, способность критически анализировать и сравнивать существующие подходы и методы к оценке результативности научной деятельности, свободное владение источниками, умение четко и ясно излагать результаты собственной работы, следовать нормам, принятым в научных дискуссиях. |
| <i>Не зачтено</i> | непонимание смысла ключевых проблем, недостаточное владение науковедческой терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации, неспособность анализировать и сравнивать существующие концепции, подходы и методы, неумение ясно излагать результаты собственной работы, следовать нормам, принятым в научных дискуссиях. |

5.2. Примеры типовых контрольных заданий или иных материалов, используемых для оценивания результатов обучения по дисциплине

5.2.1. При проведении зачета обучающимся предлагаются следующие контрольные вопросы, охватывающие программу дисциплины

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.
12. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту инженерных свойств в осях трещиностойкость-плотность.
13. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту инженерных свойств в осях теплопроводность-плотность.
14. Рассмотрите типичную карту спекания. Опишите характерные области, 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.
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.
17. Опишите экспериментальный способ построения карт спекания.
18. Опишите экспериментальный способ построения карт деформации.
19. Опишите экспериментальный способ построения карт сварки.
20. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту спекания.

21. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту деформации.
22. Опишите модели, с помощью которых можно было бы построить области карты или всю карту сварки.
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.
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.
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.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература

1. Г. Дж. Фрост, М.Ф. Эшби Карты механизмов деформации. Челябинск: Metallurgy, 1989. 328 с.
http://www.nanotech.unn.ru/sites/default/files/deformation_mechanism_maps.djvu
2. Физическое металловедение 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.: Metallurgy, 1987. 638 с. [8 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
3. 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>
4. Физическое металловедение 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.: Metallurgy, 1987. 621 с. [6 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
5. Физическое металловедение 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.: Metallurgy, 1987. 661 с. [6 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
6. Чувильдеев В.Н. Неравновесные границы зерен в металлах. Теория и приложения – М.: Физматлит, 2004, 303 с. [доступно авторизованным пользователям через ЭБС «ЛАНЬ»: https://e.lanbook.com/book/59342?category_pk=925#book_name]. [8 экз. в фундаментальной библиотеке ННГУ].
7. Готтштайн Г. Физико-химические основы современного материаловедения – М.: БИНОМ, 2014, 403 с. [доступно авторизованным пользователям через электронно-библиотечную систему «Znanium.com»: <http://znanium.com/bookread2.php?book=539831>].
8. 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>

б) дополнительная литература

1. 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>

2. 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>
3. 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>
4. 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>
5. 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>
6. 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>
7. 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>
8. 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>
9. 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>
10. 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>
11. 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>
12. 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.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adem.200900159/pdf>
13. 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. <http://eqworld.ipmnet.ru/> - сайт электронной библиотеки EqWord, содержащий книги по отдельным разделам дисциплины.
4. <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.
5. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - российская научная электронная библиотека «Elibrary», публикующая статьи, тематика которых совпадает с тематикой отдельных разделов преподаваемой дисциплины.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122), Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (Приказ Минобрнауки РФ от 20.10.2021 № 951).

Авторы:

Авторы д.ф.-м.н., проф. Чувильдеев В.Н., д.ф.-м.н., доцент Нохрин А.В.

Рецензент: к.ф.-м.н., зам. декана по учебной работе Белова О.В.

Заведующий кафедрой д.ф.-м.н., проф. Чувильдеев В.Н.

Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета от _____ 2022 года, протокол № б/н