

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
Ю.В. Сомова
02.02.2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

***ФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ КАК СРЕДСТВО МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД***

Научная специальность
1.3.8. Физика конденсированного состояния

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики
27.01.2026, протокол № 3

Зав. кафедрой  Д.М. Долгушин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
02.02.2026 г. протокол № 4

Председатель  Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

Рецензент:

зав. кафедрой ПМИИ, д-р техн. наук  Ю.А. Извеков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель – формирование у аспирантов углубленных теоретических знаний и практических навыков в области теории физических полей и методов их использования для формирования заданных свойств конденсированных сред.

Задачи:

- сформировать у аспирантов общие представления о фундаментальных теоретических основах физических полей;
- сформировать у аспирантов представление об экспериментальных методах создания и применении физических полей, как средства управления свойствами конденсированных сред;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при самостоятельном проведении научных исследований.

2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физические поля как средство модификации свойств конденсированных сред» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

КНС-1	Способен свободно владеть фундаментальными и прикладными разделами физики и математики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач по физике конденсированного состояния, в том числе и по физике наноструктурных объектов
КНС-2	Способен владеть экспериментальными методами исследования и методами математического моделирования с использованием прикладных математических пакетов и программ

3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 44 акад. часов;
- аудиторная – 44 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 28 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студента	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Лек.	практ. зан.		
1. Теоретические основы физических полей					
1.1 Статическое поле в вакууме	5	3	3	4	устный опрос, тест, реферат
1.2 Статическое поле в присутствии среды		3	3	4	устный опрос, тест, реферат
1.3 Стационарное электрическое поле		3	3	4	устный опрос, тест, реферат
1.4 Магнитное поле постоянного электрического тока		3	3	4	устный опрос, тест, реферат
1.5 Переменное электромагнитное поле		3	3	4	устный опрос, тест, реферат
Итого по разделу		15	15	20	
2. Особенности влияния физических полей на свойства конденсированных сред					
2.1 Управление свойствами конденсированных сред с помощью внешних физических полей	5	3	3	4	устный опрос, тест, реферат
2.2 Формирование конденсированных сред с заданными свойствами		4	4	4	устный опрос, тест, реферат
Итого по разделу		7	7	8	
Итого за семестр		22	22	28	зачёт
Итого по дисциплине		22	22	28	зачет

4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Представлены в приложении 1.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) а) Основная литература:

1. Гончар, И. И. Краткий курс теории физических полей : учебное пособие / И. И. Гончар, С. Н. Крохин. — Омск : ОмГУПС, 2016. — 70 с. — ISBN 978-5-949-41134-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129154> (дата обращения: 21.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гончар, И. И. Теория физических полей в примерах решения задач. Процессы переноса и гидродинамика : учебно-методическое пособие / И. И. Гончар, В. Л. Литневский, М. В. Чушнякова. — Омск : ОмГУПС, 2022. — 39 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/264398> (дата обращения: 21.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Николаев, А. А. Теория физических полей : учебное пособие / А. А. Николаев ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2014 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/540> (дата обращения: 20.04.2025). - Текст : электронный.

4. Имитационное моделирование стационарных неоднородных физических полей : методические указания / составители А. И. Тихонов [и др.] ; редактор И. П. Игошин. — Иваново : ИГЭУ, 2023. — 28 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/369653> (дата обращения: 21.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Дубков, М. В. Моделирование физических процессов в электромагнитных полях : учебное пособие / М. В. Дубков, И. Г. Веснов. — Рязань : РГРТУ, 2019. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168312> (дата обращения: 21.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Белова, И. М. Теория поля. Математический анализ : учебно-методическое пособие / И. М. Белова, Т. А. Манаенкова, В. М. Кессельман. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171438> (дата обращения: 21.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Физика твердого тела : учебное пособие [для вузов] / Г. А. Дубский, А. А. Нефедьев, Д. М. Долгушин [и др.] ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2398>. - ISBN 978-5-9967-1594-7. - Текст : электронный.

3. Молекулярная физика. Термодинамика. Конденсированные состояния : учебное пособие / Ш. А. Пиралишвили, Е. В. Шалагина, Н. А. Каляева, Е. А. Попкова. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2431-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91292> (дата обращения: 21.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Кульков, В. Г. Физика конденсированного состояния в электротехническом материаловедении : учебное пособие / В. Г. Кульков. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 272 с. — ISBN 978-5-8114-2379-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90003> (дата обращения: 21.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
Scilab Computation Engine	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Texmaker	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex

Приложение 1

4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

КНС-1 Способен свободно владеть фундаментальными и прикладными разделами физики и математики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач по физике конденсированного состояния, в том числе и по физике наноструктурных объектов

Перечень теоретических вопросов:

1. Скаляры и векторы. Поле.
2. Пространственные производные. Поток вектора, напряжение, циркуляция.
3. Среда. Модели среды.
4. Проводник в электростатическом поле. Электростатическое экранирование.
5. Векторы поляризации и намагниченности.
6. Поле, создаваемое поляризованной и намагниченной средой. Полные «массы» (заряды).
7. Система уравнений статического поля в присутствии поляризованной (или намагниченной) среды. Векторы \vec{D} и \vec{B} .
8. Источники поля в поляризующейся (намагничивающейся) среде.
9. Поле у границы поляризующихся (намагничивающихся) сред.
10. Электрический ток. Закон Ома в дифференциальной форме.
11. Тензор удельной электропроводности. Уравнение непрерывности электрического тока.
12. Стороннее поле.
13. Система уравнений стационарного электрического поля.
14. ЭДС. Контактная ЭДС.
15. Стационарное электрическое поле у границы двух сред.
16. Интегральные уравнения для плотности источников стационарного электрического поля.
17. Постоянные магнитные поля. Закон Био-Савара-Лапласа.
18. Векторный потенциал магнитного поля постоянного тока.
19. Система уравнений магнитного поля постоянного тока в не магнитной среде.
20. Скалярный потенциал магнитного поля постоянного тока. Магнитный диполь.
21. Уравнения магнитного поля постоянного тока в присутствии намагничивающейся среды.
22. Квазипостоянное электромагнитное поле. Электромагнитная индукция.
23. Ток смещения. Система уравнений электродинамики.
24. Электромагнитное поле в изоляторе. Волновое уравнение.
25. Электромагнитное поле в проводящей среде. Телеграфное уравнение.
26. Система уравнений гармонически меняющегося электромагнитного поля.
27. Уравнение Гельмгольца. Волновое число.
28. Плоская гармоническая электромагнитная волна, ее характеристики.
29. Уравнение баланса электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойтинга.

КНС-2 Способен владеть экспериментальными методами исследования и методами математического моделирования с использованием прикладных математических пакетов и программ

Перечень практических заданий:

1. Изобразит в координатной плоскости OXY линии уровня поля температуры $T=T(x,y)$, придавая T значения от 0 до 40 включительно с шагом +10, если $T=x^2+y^2-4$.
2. Найти угол между градиентами двух скалярных полей $U(x,y,z)$ и $V(x,y,z)$ в точке M_0 , если $U = (3x + 3y^2 + 3z^2)^{0.5}$; $V = (\sin \pi x + \cos \pi y + 4 \sin^2(\pi(z-3)/2))/\pi$; $M_0(1;1;1)$.
3. Найти производную скалярного поля $U(x,y,z)$ в точке M_0 по направлению \vec{l} , если

$$U = 0,5x^2 + \operatorname{tg} y - z^3; M_0(1;0;1) \text{ и } \vec{l} = \{0;3;-4\}.$$

4. Составить и решить дифференциальные уравнения поля \vec{F} , если $\vec{F} = 2x\vec{i} - 3y^2\vec{j}$.
5. Найти работу силового поля \vec{F} при перемещении в нем вдоль замкнутого контура Γ в направлении роста параметра t , если $\vec{F} = y\vec{i} - 2x\vec{j} + y\vec{k}$, Γ : $x = 5 \cos 5t$, $x = 7 \cos 5t$, $z = \sqrt{74} \sin 5t$ и сила задана в ньютонах, а координаты в метрах.
6. Найти поток напряженности электрического поля \vec{E} через часть плоскости P , отсекаемую от нее координатными плоскостями, если нормаль к плоскости образует острый угол с осью OZ , $\vec{E} = xzy\vec{i} + yz\vec{j} - 3xy\vec{k}$ и P : $x - y + 2z = 2$.
7. Найти дивергенцию вектора магнитной индукции \vec{B} в точке M , если $\vec{B} = x^5z^2y\vec{i} + y^2z^2\vec{j} - 3x^2y^3\vec{k}$ и $M(2;1;-3)$.
8. Найти модуль ротора силового поля \vec{A} в точке M , если $\vec{A} = x^3z^2y\vec{i} + y^2z\vec{j} - 3x^2y^3\vec{k}$ и $M(2;1;0)$.
9. Найти с помощью форму Гаусса-Остроградского поток напряженности электрического поля \vec{E} через замкнутую поверхность S , образованную двумя параболоидами $z = 8 - x^2 - y^2$, $z = x^2 + y^2$, если $\vec{E} = (2x - z)\vec{i} + (3y + z)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.
10. Найти с помощью формулы Стокса поток ротора поля скоростей жидкости через часть S поверхности $z = 8 - x^2 - y^2$, отсекаемую цилиндром $x^2 + y^2 = 4$, если известно поле скоростей ее течения $\vec{V} = (2x - z)\vec{i} + (3y + x)\vec{j} + (6y - x)\vec{k}$ и нормаль к S направлена в положительную сторону оси OZ .
11. Проверить на потенциальность, соленоидальность и гармоничность векторное поле $\vec{A} = (4x - z)\vec{i} + (z - 3y)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.