



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
естествознания и стандартизации

И.Ю. Мезин

2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория физических полей

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль) программы
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения
Очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

Естествознания и стандартизации
Физики
3
5

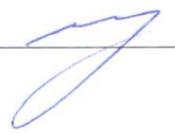
Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 № 959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики «25» 10 2018 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой  Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации «29» 10 2018 г., протокол № 2.

Председатель  / И.Ю. Мезин /

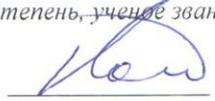
Рабочая программа составлена:

доцент кафедры физики, кандидат физико-математических наук, доцент
(должность, ученая степень, ученое звание)

 / Д.М. Долгушин /

Рецензент:

доцент кафедры прикладной и теоретической физики, кандидат технических наук
(должность, ученая степень, ученое звание)

 / А.В. Колдин /

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) «Теория физических полей» является овладение студентами необходимым и достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», профиль «Приборы и методы контроля качества и диагностики».

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Теория физических полей» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин «Математика», «Физика».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для освоения последующих специальных дисциплин: «Приборы и методы вихретокового контроля», «Приборы и методы магнитного контроля», «Физические методы контроля».

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория физических полей» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	
Знать	– основные понятия математической теории поля; – определение понятия «поле» с точки зрения математики и физики;
Уметь	– формулировать основные понятия математической теории поля; – формулировать определение понятия «поле» с точки зрения математики и физики;
Владеть	– навыками описания полей, используя основные понятия математической теории поля; – навыками классификации полей с точки зрения математики и физики;
ОПК-3 - способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	
Знать	– способы создания различных физических полей; – основные физические характеристики поля;
Уметь	– объяснять способы создания различных физических полей; – использовать основные физические характеристики поля для его описания;
Владеть	– способами измерения и вычисления физических характеристик поля;
ОПК-5 - способностью обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные величины, которыми оперирует теория физических полей, и законы, связывающие их; – основные способы представления экспериментальных данных; – основные методы обработки экспериментальных данных
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – объяснять поведение физических полей, используя законы и связи между их характеристиками; – применять основные способы представления экспериментальных данных; – применять основные методы обработки экспериментальных данных
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками объяснять поведение физических полей, используя законы и связи между их характеристиками; – навыками применения основных способов представления экспериментальных данных; – навыками применения основных методов обработки экспериментальных данных
ПК-2 - готовностью к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов	
Знать	– физико-математический аппарат, применяющийся для описания законов и связей между характеристиками физических полей
Уметь	– использовать физико-математический аппарат, для описания законов поведения физических полей и связей между их характеристиками
Владеть	– навыками использовать физико-математический аппарат, для описания законов поведения физических полей и связей между их характеристиками

4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 83,9 акад. часов:
 - аудиторная – 80 акад. часов;
 - внеаудиторная – 3,9 акад. часов
- самостоятельная работа – 60,4 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Введение (определения, понятия, математический аппарат)	5	2	2	2	10	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1 – зув; ОПК-3 – зув ОПК-5 – зув ПК-2 – зув
2. Статическое поле в вакууме	5	5	5/2И	2/1И	8,4	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1 – зув; ОПК-3 – зув ОПК-5 – зув ПК-2 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
3. Статическое поле в присутствии среды	5	5	5/2И	2/1И	8,4	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1 – зув; ОПК-3 – зув ОПК-5 – зув ПК-2 – зув
4. Стационарное электрическое поле	5	5	5/2И	2/1И	8,4	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1 – зув; ОПК-3 – зув ОПК-5 – зув ПК-2 – зув
5. Магнитное поле постоянного электрического тока	5	5	5/2И	2/1И	8,4	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1 – зув; ОПК-3 – зув ОПК-5 – зув ПК-2 – зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
6. Переменное электромагнитное поле	5	5	5/2И	3/1И	8,4	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Текущий контроль успеваемости	ОПК-1 – зув; ОПК-3 – зув ОПК-5 – зув ПК-2 – зув
7. Элементы теории упругости и теории распространения упругих колебаний	5	5	5/2И	3/1И	8,4	Подготовка к лабораторным работам; выполнение домашнего задания	Защита лабораторных работ; сдача домашнего задания	ОПК-1 – зув; ОПК-3 – зув ОПК-5 – зув ПК-2 – зув
Итого за семестр	5	32	32/12И	16/6И	60,4	Подготовка к экзамену	Экзамен	
Итого по дисциплине		32	32/12И	16/6И	60,4			

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

5 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Физика магнитных явлений» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Лекции проходят в традиционной форме с использованием мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе подготовки к микроконтрольным работам, защите отчета и итоговой аттестации, а также при написании конспекта по вопросам, отведенным на самостоятельное изучение.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к лабораторным работам

Данный вид самостоятельной работы предполагает самостоятельную проработку обучающимся методического описания лабораторных работ.

После проведения компьютерного эксперимента обучающийся на основании методического описания лабораторной работы самостоятельно проводит обработку данных и готовит отчет по работе.

Примерные требования к отчету по лабораторным работам:

В отчет по лабораторной работе должны быть включены следующие пункты:

- название лабораторной работы;
- цель работы;
- описание математической модели исследуемого поля;
- результаты компьютерного эксперимента;
- анализ результатов работы;
- выводы.

Требования к содержанию отдельных частей отчета в лабораторной работе:

Описание математической модели исследуемого поля. В данном разделе необходимо описать полную систему физико-математических уравнений, моделирующих исследуемое поле.

Результаты компьютерного эксперимента. В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в результате компьютерного моделирования определенные (значения величин, графики, таблицы, диаграммы). Обязательно необходимо оценить область применимости полученных результатов.

Анализ результатов работы. Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

Вывод. В выводе кратко излагаются результаты работы, их зависимости от условий или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

Примерный перечень домашних заданий:

Задача 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 $T=x^2+y^2-4$.

Задача 2. Найти угол между градиентами двух скалярных полей $U(x,y,z)$ и $V(x,y,z)$ в точке M_0 , если $U = (3x + 3y^2 + 3z^2)^{0,5}$; $V = (\sin \pi x + \cos \pi y + 4 \sin^2(\pi(z-3)/2))/\pi$; $M_0(1;1;1)$.

Задача 3. Найти производную скалярного поля $U(x,y,z)$ в точке M_0 по направлению \vec{l} , если $U = 0,5x^2 + \operatorname{tg} y - z^3$; $M_0(1;0;1)$ и $\vec{l} = \{0;3;-4\}$.

Задача 4. Составить и решить дифференциальные уравнения поля \vec{F} , если $\vec{F} = 2x\vec{i} - 3y^2\vec{j}$.

Задача 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 : $x = 5 \cos 5t$, $y = 7 \cos 5t$, $z = \sqrt{74} \sin 5t$ и сила задана в ньютонах, а координаты в метрах.

Задача 6. Найти поток напряженности электрического поля \vec{E} через часть плоскости P , отсекаемую от нее координатными плоскостями, если нормаль к плоскости образу-

ет острый угол с осью OZ , $\vec{E} = xzy\vec{i} + yz\vec{j} - 3xy\vec{k}$ и $P: x - y + 2z = 2$.

Задача 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 $M(2;1;-3)$.

Задача 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 $M(2;1;0)$.

Задача 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 $\vec{E} = (2x - z)\vec{i} + (3y + z)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.

Задача 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 .

Задача 11. Проверить на потенциальность, соленоидальность и гармоничность векторное поле $\vec{A} = (4x - z)\vec{i} + (z - 3y)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1 - способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные понятия математической теории поля; – определение понятия «поле» с точки зрения математики и физики; 	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скаляры и векторы. Поле. 2. Пространственные производные. Поток вектора, напряжение, циркуляция. 3. Массы. Поле сил в форме Ньютона-Кулона. 4. Уравнения статического поля \vec{f}. 5. Потенциал статического поля \vec{f}. 6. Поле плоской массы. 7. Поле диполя. 8. Поле двойного слоя. 9. Поле нейтральной совокупности масс. 10. Непрерывность статического поля и ее нарушение. 11. Формулы Грина. 12. Функция Грина. Интеграл Пуассона для полупространства. 13. Среда. Модели среды. 14. Проводник в электростатическом поле. Электростатическое экранирование. 15. Векторы поляризации и намагниченности. 16. Поле, создаваемое поляризованной и намагниченной средой. Полные «массы» (заряды). 17. Система уравнений статического поля в присутствии поляризованной (или намагниченной) среды. Векторы \vec{D} и \vec{B}. 18. Источники поля в поляризующейся (намагничивающейся) среде. 19. Поле у границы поляризующихся (намагничивающихся) сред.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>20. Электрический ток. Закон Ома в дифференциальной форме.</p> <p>21. Тензор удельной электропроводности. Уравнение непрерывности электрического тока.</p> <p>22. Стороннее поле.</p> <p>23. Система уравнений стационарного электрического поля.</p> <p>24. ЭДС. Контактная ЭДС.</p> <p>25. Стационарное электрическое поле у границы двух сред.</p> <p>26. Интегральные уравнения для плотности источников стационарного электрического поля.</p> <p>27. Постоянные магнитные поля. Закон Био-Савара-Лапласа.</p> <p>28. Векторный потенциал магнитного поля постоянного тока.</p> <p>29. Система уравнений магнитного поля постоянного тока в не магнитной среде.</p> <p>30. Скалярный потенциал магнитного поля постоянного тока. Магнитный диполь.</p> <p>31. Уравнения магнитного поля постоянного тока в присутствии намагничивающейся среды.</p> <p>32. Квазипостоянное электромагнитное поле. Электромагнитная индукция.</p> <p>33. Ток смещения. Система уравнений электродинамики.</p> <p>34. Электромагнитное поле в изоляторе. Волновое уравнение.</p> <p>35. Электромагнитное поле в проводящей среде. Телеграфное уравнение.</p> <p>36. Система уравнений гармонически меняющегося электромагнитного поля.</p> <p>37. Уравнение Гельмгольца. Волновое число.</p> <p>38. Плоская гармоническая электромагнитная волна, ее характеристики.</p> <p>39. Уравнение баланса электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойтинга.</p> <p>40. Упругие напряжения. Виды напряжений. Тензор упругих напряжений.</p> <p>41. Вектор смещения. Деформации. Тензор деформаций.</p> <p>42. Вектор вращения. Дилатация.</p> <p>43. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Выражение упругих напряжений через деформации.</p> <p>44. Уравнение передачи упругих колебаний (уравнение Ламэ). Волновые уравнения для продольных и поперечных упругих волн.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		45. Плоская продольная и поперечная упругие волны. Плоские однородные и неоднородные волны.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – формулировать основные понятия математической теории поля; – формулировать определение понятия «поле» с точки зрения математики и физики; 	<p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 $U = 0,5x^2 + \text{tg } y - z^3$; $M_0(1;0;1)$ 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: $x = 5 \cos 5t$, $y = 7 \cos 5t$, $z = \sqrt{74} \sin 5t$ 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 из-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>вестно 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.</p> <p>11. Проверить на потенциальность, соленоидальность и гармоничность векторное поле $\vec{A} = (4x - z)\vec{i} + (z - 3y)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками описания полей, используя основные понятия математической теории поля; – навыками классификации полей с точки зрения математики и физики; 	<p>Примерные лабораторные работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вычисление характеристик гравитационного поля звездной системы. 2. Вычисление характеристик электростатического поля, созданного линейной цепочкой точечных электрических зарядов. 3. Вычисление характеристик электростатического поля, созданного электрическим квадруполем. 4. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного двумя бесконечно длинными проводниками с током. 5. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного круговым током. 6. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного двумя параллельными круговыми токами.
<p>ОПК-3 - способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат</p>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – способы создания различных физических полей; – основные физические характеристики поля; 	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скаляры и векторы. Поле. 2. Пространственные производные. Поток вектора, напряжение, циркуляция. 3. Массы. Поле сил в форме Ньютона-Кулона. 4. Уравнения статического поля \vec{f}. 5. Потенциал статического поля \vec{f}. 6. Поле плоской массы. 7. Поле диполя. 8. Поле двойного слоя. 9. Поле нейтральной совокупности масс. 10. Непрерывность статического поля и ее нарушение.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> 11. Формулы Грина. 12. Функция Грина. Интеграл Пуассона для полупространства. 13. Среда. Модели среды. 14. Проводник в электростатическом поле. Электростатическое экранирование. 15. Векторы поляризации и намагниченности. 16. Поле, создаваемое поляризованной и намагниченной средой. Полные «массы» (заряды). 17. Система уравнений статического поля в присутствии поляризованной (или намагниченной) среды. Векторы \vec{D} и \vec{B}. 18. Источники поля в поляризующейся (намагничивающейся) среде. 19. Поле у границы поляризующихся (намагничивающихся) сред. 20. Электрический ток. Закон Ома в дифференциальной форме. 21. Тензор удельной электропроводности. Уравнение непрерывности электрического тока. 22. Стороннее поле. 23. Система уравнений стационарного электрического поля. 24. ЭДС. Контактная ЭДС. 25. Стационарное электрическое поле у границы двух сред. 26. Интегральные уравнения для плотности источников стационарного электрического поля. 27. Постоянные магнитные поля. Закон Био-Савара-Лапласа. 28. Векторный потенциал магнитного поля постоянного тока. 29. Система уравнений магнитного поля постоянного тока в не магнитной среде. 30. Скалярный потенциал магнитного поля постоянного тока. Магнитный диполь. 31. Уравнения магнитного поля постоянного тока в присутствии намагничивающейся среды. 32. Квазипостоянное электромагнитное поле. Электромагнитная индукция. 33. Ток смещения. Система уравнений электродинамики. 34. Электромагнитное поле в изоляторе. Волновое уравнение.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		35. Электромагнитное поле в проводящей среде. Телеграфное уравнение. 36. Система уравнений гармонически меняющегося электромагнитного поля. 37. Уравнение Гельмгольца. Волновое число. 38. Плоская гармоническая электромагнитная волна, ее характеристики. 39. Уравнение баланса электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойтинга. 40. Упругие напряжения. Виды напряжений. Тензор упругих напряжений. 41. Вектор смещения. Деформации. Тензор деформаций. 42. Вектор вращения. Дилатация. 43. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Выражение упругих напряжений через деформации. 44. Уравнение передачи упругих колебаний (уравнение Ламэ). Волновые уравнения для продольных и поперечных упругих волн. 45. Плоская продольная и поперечная упругие волны. Плоские однородные и неоднородные волны.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – объяснять способы создания различных физических полей; – использовать основные физические характеристики поля для его описания; 	Примерные практические задания для экзамена: <ol style="list-style-type: none"> 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 $U = 0,5x^2 + \text{tg } y - z^3$; $M_0(1;0;1)$ 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: $x = 5 \cos 5t$, $y = 7 \cos 5t$, $z = \sqrt{74} \sin 5t$ 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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>острый угол с осью OZ, $\vec{E} = xzy\vec{i} + yz\vec{j} - 3xy\vec{k}$ и $P: x - y + 2z = 2$.</p> <p>7. Найти дивергенцию вектора магнитной индукции \vec{B} в точке M, если $\vec{B} = x^5 z^2 y\vec{i} + y^2 z^2 \vec{j} - 3x^2 y^3 \vec{k}$ и $M(2;1;-3)$.</p> <p>8. Найти модуль ротора силового поля \vec{A} в точке M, если $\vec{A} = x^3 z^2 y\vec{i} + y^2 z\vec{j} - 3x^2 y^3 \vec{k}$ и $M(2;1;0)$.</p> <p>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 $\vec{E} = (2x - z)\vec{i} + (3y + z)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.</p> <p>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.</p> <p>11. Проверить на потенциальность, соленоидальность и гармоничность векторное поле $\vec{A} = (4x - z)\vec{i} + (z - 3y)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.</p>
Владеть	– способами измерения и вычисления физических характеристик поля;	<p>Примерные лабораторные работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вычисление характеристик гравитационного поля звездной системы. 2. Вычисление характеристик электростатического поля, созданного линейной цепочкой точечных электрических зарядов. 3. Вычисление характеристик электростатического поля, созданного электрическим квадруполем. 4. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного двумя бесконечно длинными проводниками с током. 5. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного круговым током. 6. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного двумя параллельными круговыми токами.
ОПК-5 - способностью обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований		

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – основные величины, которыми оперирует теория физических полей, и законы, связывающие их; – основные способы представления экспериментальных данных; – основные методы обработки экспериментальных данных 	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скаляры и векторы. Поле. 2. Пространственные производные. Поток вектора, напряжение, циркуляция. 3. Массы. Поле сил в форме Ньютона-Кулона. 4. Уравнения статического поля \vec{f}. 5. Потенциал статического поля \vec{f}. 6. Поле плоской массы. 7. Поле диполя. 8. Поле двойного слоя. 9. Поле нейтральной совокупности масс. 10. Непрерывность статического поля и ее нарушение. 11. Формулы Грина. 12. Функция Грина. Интеграл Пуассона для полупространства. 13. Среда. Модели среды. 14. Проводник в электростатическом поле. Электростатическое экранирование. 15. Векторы поляризации и намагниченности. 16. Поле, создаваемое поляризованной и намагниченной средой. Полные «массы» (заряды). 17. Система уравнений статического поля в присутствии поляризованной (или намагниченной) среды. Векторы \vec{D} и \vec{B}. 18. Источники поля в поляризующейся (намагничивающейся) среде. 19. Поле у границы поляризующихся (намагничивающихся) сред. 20. Электрический ток. Закон Ома в дифференциальной форме. 21. Тензор удельной электропроводности. Уравнение непрерывности электрического тока. 22. Стороннее поле. 23. Система уравнений стационарного электрического поля. 24. ЭДС. Контактная ЭДС. 25. Стационарное электрическое поле у границы двух сред.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>26. Интегральные уравнения для плотности источников стационарного электрического поля.</p> <p>27. Постоянные магнитные поля. Закон Био-Савара-Лапласа.</p> <p>28. Векторный потенциал магнитного поля постоянного тока.</p> <p>29. Система уравнений магнитного поля постоянного тока в не магнитной среде.</p> <p>30. Скалярный потенциал магнитного поля постоянного тока. Магнитный диполь.</p> <p>31. Уравнения магнитного поля постоянного тока в присутствии намагничивающейся среды.</p> <p>32. Квазипостоянное электромагнитное поле. Электромагнитная индукция.</p> <p>33. Ток смещения. Система уравнений электродинамики.</p> <p>34. Электромагнитное поле в диэлектрике. Волновое уравнение.</p> <p>35. Электромагнитное поле в проводящей среде. Телеграфное уравнение.</p> <p>36. Система уравнений гармонически меняющегося электромагнитного поля.</p> <p>37. Уравнение Гельмгольца. Волновое число.</p> <p>38. Плоская гармоническая электромагнитная волна, ее характеристики.</p> <p>39. Уравнение баланса электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойтинга.</p> <p>40. Упругие напряжения. Виды напряжений. Тензор упругих напряжений.</p> <p>41. Вектор смещения. Деформации. Тензор деформаций.</p> <p>42. Вектор вращения. Дилатация.</p> <p>43. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Выражение упругих напряжений через деформации.</p> <p>44. Уравнение передачи упругих колебаний (уравнение Ламэ). Волновые уравнения для продольных и поперечных упругих волн.</p> <p>45. Плоская продольная и поперечная упругие волны. Плоские однородные и неоднородные волны.</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – объяснять поведение физических полей, используя законы и связи между их характеристиками; – применять основные способы представ- 	<p>Примерные практические задания для экзамена:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>ления экспериментальных данных;</p> <p>– применять основные методы обработки экспериментальных данных</p>	<p>если $U = (3x + 3y^2 + 3z^2)^{0,5}$; $V = (\sin \pi x + \cos \pi y + 4 \sin^2(\pi(z-3)/2))/\pi$; $M_0(1;1;1)$.</p> <p>3. Найти производную скалярного поля $U(x,y,z)$ в точке M_0 по направлению \vec{l}, если $U = 0,5x^2 + \operatorname{tg} y - z^3$; $M_0(1;0;1)$ и $\vec{l} = \{0;3;-4\}$.</p> <p>4. Составить и решить дифференциальные уравнения поля \vec{F}, если $\vec{F} = 2x\vec{i} - 3y^2\vec{j}$.</p> <p>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: $x = 5 \cos 5t$, $y = 7 \cos 5t$, $z = \sqrt{74} \sin 5t$ и сила задана в ньютонах, а координаты в метрах.</p> <p>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: $x - y + 2z = 2$.</p> <p>7. Найти дивергенцию вектора магнитной индукции \vec{B} в точке M, если $\vec{B} = x^5 z^2 y\vec{i} + y^2 z^2 \vec{j} - 3x^2 y^3 \vec{k}$ и $M(2;1;-3)$.</p> <p>8. Найти модуль ротора силового поля \vec{A} в точке M, если $\vec{A} = x^3 z^2 y\vec{i} + y^2 z\vec{j} - 3x^2 y^3 \vec{k}$ и $M(2;1;0)$.</p> <p>9. Найти с помощью формулы 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 $\vec{E} = (2x - z)\vec{i} + (3y + z)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.</p> <p>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.</p> <p>11. Проверить на потенциальность, соленоидальность и гармоничность векторное поле $\vec{A} = (4x - z)\vec{i} + (z - 3y)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками объяснять поведение физических полей, используя законы и связи между их характеристиками; – навыками применения основных способов представления экспериментальных данных; – навыками применения основных методов обработки экспериментальных данных 	<p>Примерные лабораторные работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вычисление характеристик гравитационного поля звездной системы. 2. Вычисление характеристик электростатического поля, созданного линейной цепочкой точечных электрических зарядов. 3. Вычисление характеристик электростатического поля, созданного электрическим квадруполем. 4. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного двумя бесконечно длинными проводниками с током. 5. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного круговым током. 6. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного двумя параллельными круговыми токами.
<p>ПК-2 - готовностью к математическому моделированию процессов и объектов приборостроения и их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов</p>		
Знать	– физико-математический аппарат, применяющийся для описания законов и связей между характеристиками физических полей	<p>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скаляры и векторы. Поле. 2. Пространственные производные. Поток вектора, напряжение, циркуляция. 3. Массы. Поле сил в форме Ньютона-Кулона. 4. Уравнения статического поля \vec{f}. 5. Потенциал статического поля \vec{f}. 6. Поле плоской массы. 7. Поле диполя. 8. Поле двойного слоя. 9. Поле нейтральной совокупности масс. 10. Непрерывность статического поля и ее нарушение. 11. Формулы Грина. 12. Функция Грина. Интеграл Пуассона для полупространства. 13. Среда. Модели среды. 14. Проводник в электростатическом поле. Электростатическое экранирование. 15. Векторы поляризации и намагниченности.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>16. Поле, создаваемое поляризованной и намагниченной средой. Полные «массы» (заряды).</p> <p>17. Система уравнений статического поля в присутствии поляризованной (или намагниченной) среды. Векторы \vec{D} и \vec{B}.</p> <p>18. Источники поля в поляризующейся (намагничивающейся) среде.</p> <p>19. Поле у границы поляризующихся (намагничивающихся) сред.</p> <p>20. Электрический ток. Закон Ома в дифференциальной форме.</p> <p>21. Тензор удельной электропроводности. Уравнение непрерывности электрического тока.</p> <p>22. Стороннее поле.</p> <p>23. Система уравнений стационарного электрического поля.</p> <p>24. ЭДС. Контактная ЭДС.</p> <p>25. Стационарное электрическое поле у границы двух сред.</p> <p>26. Интегральные уравнения для плотности источников стационарного электрического поля.</p> <p>27. Постоянные магнитные поля. Закон Био-Савара-Лапласа.</p> <p>28. Векторный потенциал магнитного поля постоянного тока.</p> <p>29. Система уравнений магнитного поля постоянного тока в не магнитной среде.</p> <p>30. Скалярный потенциал магнитного поля постоянного тока. Магнитный диполь.</p> <p>31. Уравнения магнитного поля постоянного тока в присутствии намагничивающейся среды.</p> <p>32. Квазипостоянное электромагнитное поле. Электромагнитная индукция.</p> <p>33. Ток смещения. Система уравнений электродинамики.</p> <p>34. Электромагнитное поле в изоляторе. Волновое уравнение.</p> <p>35. Электромагнитное поле в проводящей среде. Телеграфное уравнение.</p> <p>36. Система уравнений гармонически меняющегося электромагнитного поля.</p> <p>37. Уравнение Гельмгольца. Волновое число.</p> <p>38. Плоская гармоническая электромагнитная волна, ее характеристики.</p> <p>39. Уравнение баланса электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойтинга.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		40. Упругие напряжения. Виды напряжений. Тензор упругих напряжений. 41. Вектор смещения. Деформации. Тензор деформаций. 42. Вектор вращения. Дилатация. 43. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Выражение упругих напряжений через деформации. 44. Уравнение передачи упругих колебаний (уравнение Ламэ). Волновые уравнения для продольных и поперечных упругих волн. 45. Плоская продольная и поперечная упругие волны. Плоские однородные и неоднородные волны.
Уметь	– использовать физико-математический аппарат, для описания законов поведения физических полей и связей между их характеристиками	Примерные практические задания для экзамена: 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 $U = 0,5x^2 + \text{tg } y - z^3$; $M_0(1;0;1)$ 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 $\vec{F} = y\vec{i} - 2x\vec{j} + y\vec{k}$, $\Gamma: x = 5 \cos 5t$, $x = 7 \cos 5t$, $z = \sqrt{74} \sin 5t$ 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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>$M(2;1;0)$.</p> <p>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 $\vec{E} = (2x - z)\vec{i} + (3y + z)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.</p> <p>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.</p> <p>11. Проверить на потенциальность, соленоидальность и гармоничность векторное поле $\vec{A} = (4x - z)\vec{i} + (z - 3y)\vec{j} + (6y - z)\vec{k}$.</p>
Владеть	– навыками использовать физико-математический аппарат, для описания законов поведения физических полей и связей между их характеристиками	<p>Примерные лабораторные работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вычисление характеристик гравитационного поля звездной системы. 2. Вычисление характеристик электростатического поля, созданного линейной цепочкой точечных электрических зарядов. 3. Вычисление характеристик электростатического поля, созданного электрическим квадруполем. 4. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного двумя бесконечно длинными проводниками с током. 5. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного круговым током. 6. Вычисление характеристик магнитного поля, созданного двумя параллельными круговыми токами.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория физических полей» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Николаев, А. А. Теория физических полей : учебное пособие. Ч. 1 / А. А. Николаев. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 94 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=904.pdf&show=dcatalogues/1/118872/904.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

б) Дополнительная литература:

1. Математика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Данилов Ю. М., Никонова Н. В., Нуриева С. Н. и др. ; под ред. Журбенко Л. Н., Никоновой Г. А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 496 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=989799>. - Загл. с экрана.
2. Шипачев, В. С. Высшая математика [Электронный ресурс]: учебник / В. С. Шипачев. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 479 с. — (Высшее образование). — Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=990716>. — Загл. с экрана.
3. Милов, Ю. Е. Электромагнетизм. Конспект лекций : учебное пособие / Ю. Е. Милов, Н. А. Савинова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3622.pdf&show=dcatalogues/1/1524639/3622.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1254-0.

в) Методические указания:

1. Физика : методическое пособие для самостоятельной подготовки к лабораторным занятиям. Ч. 2. Электричество и магнетизм, оптика / Г. Н. Асылгужина, С. М. Головинин, С. Г. Мигранова, Е. С. Сафонова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2991.pdf&show=dcatalogues/1/1134925/2991.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Николаев, А. А. Теория физических полей : учебное пособие / А. А. Николаев ; МГТУ. - Магнитогорск, 2014. - 87 с. : ил., граф., диагр., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=796.pdf&show=dcatalogues/1/115809/796.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

программное обеспечение:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	К-169-12 от 02.07.2012 (а.388)	срок действия – неограничен
	Д-1227 от 8.10.2018	
	№ Лицензии-60241713 (а.198, 188, 182)	по 11.01.2021; срок действия – не-

		ограничен
MS Office	№135 от 17.09.2007 № Лицензии-60784279 (а.388) № Лицензии-60241713 (а.198, 188, 182)	Бессрочно срок действия – неограничен срок действия – неограничен
Mathworks MathLab	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое	бессрочно

базы данных:

Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам

URL: <http://window.edu.ru/>

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)

URL:
<https://scholar.google.ru/>

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, MatLab, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Интерактивная доска, проектор; Мультимедийный проектор, экран.
Учебные аудитории для самостоятельной работы	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, MatLab, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.