

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Турилова Е.А.
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Информационное материаловедение

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Теоретическая физика и моделирование физических процессов
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Галимзянов Б.Н. (кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов, Отделение физики), bulatgnmail@gmail.com

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- перспективы и современные тренды в области материаловедения
- основные методы изучения физических свойств материалов
- методы обработки больших данных по физико-механическим свойствам материалов

Должен уметь:

- обрабатывать большие данные по физико-механическим свойствам материалов
- разрабатывать модели машинного обучения, основанные на искусственных нейронных сетях прямого распространения
- применять полученные значения на практике, в научно-образовательной деятельности

Должен владеть:

- навыками прогнозирования и оптимизации свойств различных типов материалов
- навыками обработки больших данных с применением моделей машинного обучения
- навыками работы с существующими базами данных по физико-механическим свойствам материалов

Должен демонстрировать способность и готовность:

Знать:

- перспективы и современные тренды в области материаловедения
- основные методы изучения физических свойств материалов
- методы обработки больших данных по физико-механическим свойствам материалов

Уметь:

- обрабатывать большие данные по физико-механическим свойствам материалов
- разрабатывать модели машинного обучения, основанные на искусственных нейронных сетях прямого распространения
- применять полученные значения на практике, в научно-образовательной деятельности

Владеть:

- навыками прогнозирования и оптимизации свойств различных типов материалов
- навыками обработки больших данных с применением моделей машинного обучения
- навыками работы с существующими базами данных по физико-механическим свойствам материалов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.04.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Теоретическая физика и моделирование физических процессов)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) на 216 часа(ов).

Контактная работа - 55 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 125 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Развитие информационных технологий в области материаловедения. Перспективы и прогнозы развития. Современные тренды. Возможности и потребности современного материаловедения.	2	4	0	0	0	0	0	12
2.	Тема 2. Создание единой информационной системы по свойствам материалов. Существующие проблемы и перспективность разработки баз данных по свойствам различного типа материалов. Обзор существующих зарубежных и отечественных баз данных, репозиториях и облачных хранилищ.	2	4	0	0	0	0	0	11
3.	Тема 3. Классификация, общая техническая характеристика и назначение материалов различного типа. Основные требования к структуре материалов. Связь структуры с физическими и механическими свойствами материалов. Физика фазовых и структурных переходов в материалах.	2	4	0	0	0	0	0	12
4.	Тема 4. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов. Физические методы исследования материалов. Дифракционные и электронно-микроскопические методы анализа материалов. Методы компьютерного моделирования.	2	4	0	0	0	0	0	12
5.	Тема 5. Методология выбора материалов и технологий в промышленности. Ультрадисперсные и наноматериалы. Материаловедение композиционных материалов. Специальные сплавы.	2	2	0	0	0	0	0	12
6.	Тема 6. Большие данные по физико-механическим свойствам материалов. Методы обработки больших данных. Применение методов искусственного интеллекта. Выполнение практической работы, связанной с разработкой искусственных нейронных сетей.	2	0	0	8	0	0	0	24

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лаборато- рные работы, всего	Лаборато- рные в эл. форме	
7.	Тема 7. Особенности выбора и подготовки данных для тренировки моделей машинного обучения. Методы калибровки данных. Подготовка датасетов. Решение задач, связанных с поиском, оптимизацией и подготовкой данных для обучения искусственных нейронных сетей.	2	0	0	8	0	0	0	24
8.	Тема 8. Методы машинного обучения в обработке эмпирических и теоретических данных о физико-механических свойствах материалов. Решение соответствующих задач с применением моделей машинного обучения.	2	0	0	10	0	0	0	18
9.	Тема 9. Решение задач, связанных с предсказанием механических свойств материалов (преимущественно кристаллических и аморфных металлических сплавов) с использованием искусственных нейронных сетей. Работа с существующими базами данных.	2	0	0	10	0	0	0	0
	Итого		18	0	36	0	0	0	125

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Развитие информационных технологий в области материаловедения. Перспективы и прогнозы развития. Современные тренды. Возможности и потребности современного материаловедения.

Введение. Историческая справка. Основные этапы развитие информационных технологий в области материаловедения. Перспективы и прогнозы развития. Современные тренды в изучении свойств материалов и методов их синтеза. Возможности и потребности современного материаловедения. Ведущие научно-исследовательские центры, занимающиеся изучением свойств материалов.

Тема 2. Создание единой информационной системы по свойствам материалов. Существующие проблемы и перспективность разработки баз данных по свойствам различного типа материалов. Обзор существующих зарубежных и отечественных баз данных, репозиторий и облачных хранилищ.

Создание единой информационной системы по свойствам материалов (металлических, полимерных, молекулярных, сетевых). Существующие проблемы и перспективность разработки баз данных (веб-сайтов) по свойствам различного типа материалов. Обзор существующих зарубежных и отечественных баз данных, репозиторий и облачных хранилищ.

Тема 3. Классификация, общая техническая характеристика и назначение материалов различного типа. Основные требования к структуре материалов. Связь структуры с физическими и механическими свойствами материалов. Физика фазовых и структурных переходов в материалах.

Классификация, общая техническая характеристика и назначение материалов различного типа (металлических, полимерных, молекулярных, сетевых). Основные требования к структуре материалов. Связь структуры с физическими и механическими свойствами материалов. Физика фазовых и структурных переходов в материалах.

Тема 4. Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов. Физические методы исследования материалов. Дифракционные и электронно-микроскопические методы анализа материалов. Методы компьютерного моделирования.

Материаловедение и обзор существующих технологий синтеза перспективных материалов. Примеры и принцип работы известных физических методов исследования свойств материалов. Дифракционные и электронно-микроскопические методы анализа материалов. Методы компьютерного моделирования (классическая молекулярная динамика, квантово-механическое моделирование).

Тема 5. Методология выбора материалов и технологий в промышленности. Ультрадисперсные и наноматериалы. Материаловедение композиционных материалов. Специальные сплавы.

Методология выбора материалов и технологий в промышленности. Зависимость области применения материалов от их физических и механических свойств. Конструкционные материалы. Ультрадисперсные и наноматериалы. Материаловедение композиционных материалов. Специальные сплавы. Материалы для медицины, электроники, транспортной и аэрокосмической отрасли.

Тема 6. Большие данные по физико-механическим свойствам материалов. Методы обработки больших данных. Применение методов искусственного интеллекта. Выполнение практической работы, связанной с разработкой искусственных нейронных сетей.

Большие данные по физико-механическим свойствам материалов. Виды и классификация больших данных. Методы обработки больших данных. Применение методов искусственного интеллекта для обработки больших данных. Машинное обучение и машинное зрение. Выполнение практической работы, связанной с разработкой искусственных нейронных сетей.

Тема 7. Особенности выбора и подготовки данных для тренировки моделей машинного обучения. Методы калибровки данных. Подготовка датасетов. Решение задач, связанных с поиском, оптимизацией и подготовкой данных для обучения искусственных нейронных сетей.

Особенности выбора и подготовки данных для тренировки моделей машинного обучения (искусственных нейронных сетей). Методы калибровки/нормировки данных. Подготовка датасетов и их табличное представление. Решение задач, связанных с поиском, оптимизацией и подготовкой данных для обучения искусственных нейронных сетей.

Тема 8. Методы машинного обучения в обработке эмпирических и теоретических данных о физико-механических свойствах материалов. Решение соответствующих задач с применением моделей машинного обучения.

Методы машинного обучения в обработке эмпирических и теоретических данных о физико-механических свойствах металлических сплавов, полимерных соединений, органических и молекулярных веществ. Решение соответствующих задач с применением моделей машинного обучения, основанных на искусственных нейронных сетях прямого распространения.

Тема 9. Решение задач, связанных с предсказанием механических свойств материалов (преимущественно кристаллических и аморфных металлических сплавов) с использованием искусственных нейронных сетей. Работа с существующими базами данных.

Решение задач, связанных с предсказанием механических свойств материалов (преимущественно кристаллических и аморфных металлических сплавов) с использованием искусственных нейронных сетей. Выполнение работ, связанных с обучением нейронных сетей и их проверкой. Осуществление анализа полученных результатов. Работа с существующими базами данных.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

LAMMPS - <https://lammmps.sandia.gov/>

Materials design - <https://www.materialsdesign.com/>

VASP - <https://www.vasp.at/index.php/documentation>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемому результату обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Васп - <http://www.vasp.at/>

Лампс - <http://lammms.sandia.gov>

Лекция Оганова - <https://postnauka.ru/video/20749>

Материал дизайн - <http://www.materialsdesign.com/>

МГУ - <http://nuclphys.sinp.msu.ru/solidst/index.html#c>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	При подготовке к лекционным занятиям, обучающимся необходимо заранее повторить пройденные ранее материалы. При необходимости можно воспользоваться основной и дополнительной литературой. Для конспектирования материала необходимо иметь общую тетрадь с числом страниц не менее 48 и ручку/карандаш. Рекомендуется активно участвовать в обсуждении нового материала. При возникновении вопросов/недопонимания необходимо обратиться к преподавателю.
практические занятия	При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо повторить пройденный материал, воспользовавшись конспектами лекций, а также основной и дополнительной литературой. Для получения дополнительной информации также можно воспользоваться Интернет-ресурсами. Необходимо при себе иметь тетрадь с числом страниц не менее 12.
самостоятельная работа	Для организации самостоятельной работы и при подготовке к лабораторным занятиям обучающимся рекомендуется изучать дополнительную литературу по пройденным темам. Обучающиеся должны пользоваться конспектами лекций, своевременно выполнять аудиторские и домашние задания и уметь пользоваться Интернет-ресурсами.

Вид работ	Методические рекомендации
экзамен	Цель экзамена - выявить и оценить знания, практические умения и навыки обучающихся за курс дисциплины. Экзамен проводится путем собеседования. Для подготовки к экзамену на кафедре имеется перечень вопросов, охватывающий весь программный материал дисциплины. В процессе подготовки к экзамену обучающимся необходимо пользоваться лекционными записями и рекомендованной учебной литературой. Разрешается использование иного дополнительного материала, имеющегося у обучающегося. Изучая тематический материал, для обучающихся основополагающим является выделение основных положений, их осмысление и практическое применение

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Теоретическая физика и моделирование физических процессов".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Теоретическая физика и моделирование физических процессов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Математическое и компьютерное моделирование : учебное пособие / А. Н. Бугров, Е. Ю. Кирпичева, А. А. Миловидова, Т. О. Махалкина. - Дубна : Государственный университет 'Дубна', 2019. - 71 с. - ISBN 978-5-89847-570-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/154489> (дата обращения: 13.04.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Шабанов, Г. И. Вычислительные методы, математическое моделирование и сетевые технологии : учебное пособие / Г. И. Шабанов, А. В. Шамаев. - Саранск : МГУ им. Н.П. Огарева, 2020. - 112 с. - ISBN 978-5-7103-4000-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/204638> (дата обращения: 13.04.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Стефанова, И. А. Обработка данных и компьютерное моделирование : учебное пособие / И. А. Стефанова. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 112 с. - ISBN 978-5-8114-4010-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/126939> (дата обращения: 13.04.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Макшанов, А. В. Большие данные. Big Data / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев, Л. Н. Тындыкарь. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 188 с. - ISBN 978-5-8114-9834-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/199514> (дата обращения: 13.04.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-1886-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212213> (дата обращения: 13.04.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Макшанов, А. В. Большие данные. Big Data / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев, Л. Н. Тындыкарь. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 188 с. - ISBN 978-5-507-46866-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/322664> (дата обращения: 13.04.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Васильева, М. А. Фильтрация набора данных : учебно-методическое пособие / М. А. Васильева, О. А. Тимофеева, К. М. Филипченко. - Москва : РУТ (МИИТ), 2020. - 31 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/175827> (дата обращения: 13.04.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Ильин, И. В. Базы данных : учебное пособие / И. В. Ильин, О. Ю. Ильяшенко. - Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2020. - 96 с. - ISBN 978-5-7422-7101-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/192881> (дата обращения: 13.04.2023). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Теоретическая физика и моделирование физических процессов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.