

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



П.А. Машаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА (ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД)

Укрупненная группа направлений подготовки	44.00.00 Образование и педагогические науки
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профили подготовки	Физика и информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая физика (Теоретическая механика. Механика сплошных сред)» для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Профили: Физика и Информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

доцент кафедры теоретической физики
нанотехнологий, к.ф-м.н



И. Финохин

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой



Г. Петренко

СОГЛАСОВАНО:

И. о. декана физико-технического
факультета
28.03.2024 г.



А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического
факультета
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.
Председатель



_____ко

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
кандидат физико-математических наук
26.03.2024 г.



А. В. Безус

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Общая и экспериментальная физика (Механика), Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика),

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Теоретическая физика (Квантовая механика), Теоретическая физика (Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статистическая физика. Физическая кинетика)

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	44.03.05 Педагогическое образование (профиль: Физика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М7.8 Теоретическая физика (Теоретическая механика. Механика сплошных сред)
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	2,5 / 90

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы+ контроль	всего	
Очная	2	4	26		26	38	90	экзамен
Заочная	3	5	4		6	80	90	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Предоставление знаний для создания моделей механических процессов, развитие у специалистов навыков для самостоятельного решения фундаментальных и прикладных физических задач.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую	ОПК-8.15. Формулирует возможные подходы к	ОПК-8.15.1. Знает основы классической механики и механики сплошных сред: метод Лагранжа,

деятельность на основе специальных научных знаний	решению задач профессиональной деятельности, оценивает их эффективность и соответствие необходимым требованиям.	канонические уравнения, уравнения Гамильтона-Якоби, основные уравнения теории упругости. ОПК-8.15.2. Умеет пользоваться законами сохранения, методами механического подобия. ОПК-8.15.3. Владеет навыками решения типичных задач механики и теории упругости.
	ОПК-8.16. Рассматривает оптимальные методы решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-8.16.1. Знает современные методы решения уравнений движения механических систем и теории упругости. ОПК-8.16.2. Умеет пользоваться приближенными методами решения уравнений движения. ОПК-8.16.3. Владеет методами исследования малых колебаний в механических системах и деформируемых телах.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Уравнения Лагранжа	
Основные понятия классической механики	Материальная точка, система отсчета, траектория. Способы задания движения. Скорость, ускорение, секторная скорость в криволинейных системах координат. Нормальное и тангенциальное ускорения. Понятие обобщенных координат.
Вариационные принципы механики	Понятие действия и функции Лагранжа системы материальных точек. Уравнения Лагранжа в обобщенных координатах. Принцип относительности Галилея. Свойства функции Лагранжа. Построение функции Лагранжа на основе свойств симметрии. Кинетическая и потенциальная энергии.
Законы сохранения в механике	Симметрия пространства и времени. Интеграл энергии, импульса и момента. Механическое подобие.
Интегрирование уравнений движения	Задача двух тел. Движение в центральносимметричном поле. Задача Кеплера. Законы Кеплера. Падение на центр.
Столкновения и распад частиц	Упругие и неупругие столкновения. Упругое рассеяние частиц. Рассеяние пучка частиц в кулоновском поле. Эффективное сечение. Формула Резерфорда. Малоугловое рассеяние.
Движение под действием связей	Силы реакции связи – (не)голономные, (не)интегрируемые, (не)удерживающие. Понятие идеальной связи. Уравнения движения

	под действием сил реакции связей (уравнения Лагранжа первого рода). Метод неопределенных множителей Лагранжа.
Линейные колебания с одной степенью свободы	Свободные линейные колебания. Амплитуда, фаза, период колебаний. Энергетический метод. Вынужденные колебания, резонанс, биения. Поглощение энергии при резонансе.
Колебания с несколькими степенями свободы	Собственные частоты, нормальные моды колебаний. Диагонализация квадратичных форм кинетической и потенциальной энергии. Колебания молекул. Колебания при наличии трения. Диссипативная функция
Нелинейные колебания	Метод Пуанкаре. Метод Крылова-Боголюбова. Параметрический резонанс. Уравнение Матье.
Неинерциальные системы отсчета	Переход к неинерциальной системе. Лагранжиан точки. Уравнения движения. Центробежная сила и сила Кориолиса. Примеры – маятник Фуко, отклонение падающих тел.
Раздел 2. Уравнения Гамильтона. Движение в сплошной сред	
Уравнения Гамильтона	Переход от уравнений Лагранжа к уравнениям Гамильтона. Гамильтониан. Обобщенный импульс. Уравнения Гамильтона. Функция Рауса.
Скобки Пуассона и интегралы движения	Понятие скобки Пуассона, их свойства. Тождество Якоби. Связь с интегралом движения.
Канонические преобразования	Действие как функция координат. Канонические преобразования. Эволюция системы как каноническое преобразование. Принцип Мопертюи. Теорема Лиувилля. Уравнение Гамильтона - Якоби. Адиабатические инварианты.
Движение твердого тела	Абсолютно твердое тело. Кинетическая энергия вращения. Тензор инерции. Момент импульса вращающегося тела. Уравнения движения вращающегося тела. Симметрический волчок. Гироскоп. Углы Эйлера
Уравнения движения идеальной жидкости	Методы описания движения сплошной среды (Эйлера и Лагранжа). Уравнение неразрывности. Уравнение Эйлера, его формы. Граничные условия для идеальной жидкости. Гидростатика. Линии тока
Потенциальное течение	Энергия и тензор импульса движущейся жидкости. Циркуляция скорости. Потенциал скоростей. Гравитационные волны на мелкой и глубокой воде.
Движение вязкой жидкости	Вязкость в тензоре импульса. Уравнение Навье-Стокса. Граничные условия. Диссипация энергии в вязкой жидкости
Волны в упругой среде.	Уравнение звуковых волн в сжимаемой жидкости. Отражение и преломление волн в газе и жидкости. Ударная волна. Адиабата Гюгонио

Теория упругости	Тензор деформаций. Тензор напряжений. Термодинамика деформирования. Закон Гука. Свободная энергия изотропной деформированной среды. Связь между тензором деформаций и напряжений. Однородные деформации. Условие равновесия. Бигармоническое уравнение. Равновесие стержней и пластинок
Упругие волны в твердом теле	Уравнение упругих волн в изотропной среде. Поперечная и продольная скорости звука. Отражение и преломление звуковых волн. Упругие волны в кристаллах.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 4

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1. Уравнения Лагранжа	13		13	19	45
Основные понятия классической механики	1		1	2	4
Вариационные принципы механики	1		1	2	4
Законы сохранения в механике	1		1	2	4
Интегрирование уравнений движения	1		1	2	4
Столкновения и распад частиц	1		1	2	4
Движение под действием связей	1		1	2	4
Линейные колебания с одной степенью свободы	1		1	2	4
Колебания с несколькими степенями свободы	2		2	2	6
Нелинейные колебания	2		2	2	6
Неинерциальные системы отсчета	2		2	1	5
Раздел 2. Уравнения Гамильтона. Движение в сплошной среде	13		13	19	45
Уравнения Гамильтона	1		1	2	4
Скобки Пуассона и интегралы движения	1		1	2	4
Канонические преобразования	1		1	2	4
Движение твердого тела	1		1	2	4
Уравнения движения идеальной жидкости	1		1	2	4
Потенциальное течение	1		1	2	4
Движение вязкой жидкости	1		1	2	4
Волны в упругой среде.	2		2	2	6
Теория упругости	2		2	2	6
Упругие волны в твердом теле	2		2	1	5
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	26		26	38	90

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1. Уравнения Лагранжа	2		3	40	45

Основные понятия классической механики	0,2		0,3	4	4,5
Вариационные принципы механики	0,2		0,3	4	4,5
Законы сохранения в механике	0,2		0,3	4	4,5
Интегрирование уравнений движения	0,2		0,3	4	4,5
Столкновения и распад частиц	0,2		0,3	4	4,5
Движение под действием связей	0,2		0,3	4	4,5
Линейные колебания с одной степенью свободы	0,2		0,3	4	4,5
Колебания с несколькими степенями свободы	0,2		0,3	4	4,5
Нелинейные колебания	0,2		0,3	4	4,5
Неинерциальные системы отсчета	0,2		0,3	4	4,5
Раздел 2. Уравнения Гамильтона. Движение в сплошной сред	2		3	40	45
Уравнения Гамильтона	0,2		0,3	4	4,5
Скобки Пуассона и интегралы движения	0,2		0,3	4	4,5
Канонические преобразования	0,2		0,3	4	4,5
Движение твердого тела	0,2		0,3	4	4,5
Уравнения движения идеальной жидкости	0,2		0,3	4	4,5
Потенциальное течение	0,2		0,3	4	4,5
Движение вязкой жидкости	0,2		0,3	4	4,5
Волны в упругой среде.	0,2		0,3	4	4,5
Теория упругости	0,1		0,2	2	2,3
Упругие волны в твердом теле	0,1		0,1	2	2,2
ИТОГО ЗА КУРС	4		6	80	90

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Обобщенные координаты. Общие свойства уравнений механики.
2. Криволинейные координаты. Индексы Ламе.
3. Скорость, ускорение, секторная скорость и момент импульса в цилиндрических координатах.
4. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа второго рода.
5. Свойства функции Лагранжа.
6. Преобразования Галилея. Инерциальные системы отсчета.
7. Симметрия пространства и времени по отношению к свободной частице. Функция Лагранжа для свободной частицы.
8. Фундаментальные свойства пространства и времени. Теорема Нетер. Интегралы движения.
9. Энергия.
10. Импульс материальной точки и системы материальных точек.
11. Центр масс системы материальных точек.
12. Изотропия пространства. Момент импульса.
13. Механическое подобие.
14. Общие свойства и анализ одномерного движения.
15. Задача двух тел. Теорема о движении центра масс.
16. Общие свойства движения в центрально-симметричном поле.

17. Кеплерова задача для случая притяжения. Законы Кеплера.
18. Рассеяние пучка частиц. Эффективное и полное сечение столкновений. Формула Резерфорда.
19. Одномерные линейные свободные колебания.
20. Одномерные колебания под действием периодической вынуждающей силы. Резонанс. Биения.
21. Амплитуда колебаний при произвольном характере воздействия на систему.
22. Одномерные колебания при наличии трения. Диссипативная функция. Скорость потерь энергии колеблющейся системой.
23. Колебания систем с несколькими степенями свободы. Дисперсионное уравнение. Нормальные моды колебаний.
24. Нелинейные колебания. Метод Пуанкаре.
25. Уравнения Лагранжа первого рода. Реакции связей. Виды связей. Идеальные связи.

Раздел 2

1. Уравнение Гамильтона. Циклические координаты в методе Гамильтона.
2. Уравнение Гамильтона как следствие вариационного принципа.
3. Функция Рауса. Уравнения Рауса.
4. Канонические преобразования. Образующая функция.
5. Скобки Пуассона. Инвариантность скобок Пуассона относительно канонических преобразований.
6. Теорема Лиувилля. Движение как каноническое преобразование.
7. Уравнение Гамильтона-Якоби..
8. Общие свойства одномерного движения. Период движения. Анализ на фазовой плоскости. Особые точки фазовой плоскости седло и центр. Сепаратриса.
9. Колебания со многими степенями свободы. Нормальные координаты.
10. Малые колебания при наличии трения. Слабое и сильное трение.
11. Особые точки фазовой плоскости фокус и узел.
12. Отрицательное трение.
13. Устойчивый и неустойчивый фокус.
14. Знакопеременные трения.
15. Предельный цикл.
16. Амплитуда и фаза гармонического маятника как канонически сопряженные переменные.
17. Вынужденные гармонические колебания с трением и без него.
18. Биения.
19. Резонанс
20. Движение твердого тела. Угловая скорость.
21. Тензор инерции. Момент импульса твердого тела. Уравнения движения твердого тела.
22. Углы Эйлера. Уравнения Эйлера.
23. Движение в неинерциальной системе отсчета.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

- Кинематика точки: закон движения, скорость, ускорение.
- Первая и вторая основные задачи динамики точки. Теорема об изменении количества движения материальной точки. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки.
- Движение точки в поле центральной силы. Формула Бине.
- Динамика точки переменной массы. Теорема о движении центра инерции.

- Нахождение количества движения системы материальных точек. Теорема об изменении количества движения системы материальных точек.
- Нахождение момента количества движения системы материальных точек. Теоремы об изменении момента количества движения системы материальных точек.
- Нахождение кинетической энергии системы материальных точек. Теорема об изменении кинетической энергии системы материальных точек.
- Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа 1-го рода. Общий вид функции Лагранжа.
- Уравнение Лагранжа 2-го рода. Циклические координаты.
- Уравнение Гамильтона. Циклические координаты в методе Гамильтона. Уравнение Гамильтона как следствие вариационного принципа.
- Канонические преобразования. Образующая функция.
- Колебания материальной точки. Устойчивость положения равновесия материальной системы. Малые колебания системы с одной степенью свободы.
- Линейные колебания со многими степенями свободы. Нормальные координаты.
- Движение твердого тела. Угловая скорость. Тензор инерции. Нахождение моментов инерции твердого тела. Движение в неинерциальной системе отсчета.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета.

Донецкий государственный университет Физико-технический факультет Кафедра теоретической физики и нанотехнологий	
Программа высшего образования Направление подготовки	Программа бакалавриата 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профиль подготовки	Физика и информатика
Форма обучения	Очная, заочная
Семестр	Четвертый, пятый
Дисциплина	Теоретическая физика (Теоретическая механика. Механика сплошных сред)
Экзаменационный билет № 1	
1. Задача Кеплера. 2. Малоугловое рассеяние. 3. Закон изменения и сохранения энергии системы.	
Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий, протокол № _ от _____ 202_ г.	
Заведующий кафедрой Экзаменатор	

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 4

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Практическая работа	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

8.2. Семестр 5

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Практическая работа	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран,

ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий (ауд.256).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Ландау, Л. Д. Механика. Электродинамика : учеб. пособие для студентов физ. спец. вузов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. - Москва : Наука, 1969. - 272 с.
2. Ольховский, И. И. Курс теоретической механики для физиков : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки и специальностям техники и технологии / И. И. Ольховский. - Изд. 4-е. - Санкт-Петербург: Лань; Москва, 2009. - 574 с.
3. Павленко, Ю. Г. Лекции по теоретической механике : [Учеб. для физ. фак. ун-тов] / Ю. Г. Павленко. - М. : Изд-во МГУ, 1991. - 336 с.
4. Ляпунов, А. М. Лекции по теоретической механике / А. М. Ляпунов ; АН УССР, Ин-т математики. - Киев : Наукова думка, 1982. - 632 с.

11.2. Дополнительная литература

1. Пытьев, Ю. П. Моделирование субъективных суждений модельера-исследователя о модели объекта исследования / Ю. П. Пытьев // Математическое моделирование. - Москва, 2013. - Т. 25, № 4. - С. 102-125.
2. Голдстейн, Г. Классическая механика : Пер. с англ. А. Н. Рубашова / Г. Голдстейн. - 2-е изд. - М. : Наука, 1975. - 416 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт**: электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ**: сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ**: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).