

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. В.П. Астафьева**  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Кафедра физики и методики обучения физике

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

Направление подготовки:

*44.03.01 Педагогическое образование*

Направленность (профиль) /название программы:

*Физика*

квалификация (степень):

*Бакалавр*

Красноярск 2021

Рабочая программа дисциплины «Классическая механика»

составлена профессором кафедры физики и методики обучения физике А.М.Барановым  
(должность и ФИО преподавателя)

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры физики и методики  
обучения физике  
протокол № 08 от «12» 05 2021 г.

Заведующий кафедрой

Тесленко В.И.

  
(ф.и.о., подпись)

Одобрено НМСС(Н) Института математики, физики, информатики 44.03.01 Педагогическое образование, 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), 44.04.01 Педагогическое образование, 44.06.01 Образование и педагогические науки  
(указать наименование совета и направление)

протокол № 07 от «21» 05 2021 г.

Председатель

Бортновский С.В.

  
(ф.и.о., подпись)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Настоящая рабочая программа дисциплины (далее программа) разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриатом по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 г. № 121 (зарегистрирован в Минюсте России 15 марта 2018 г. № 50362), с учетом профессиональных стандартов 01.001 Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель), утвержденного приказом Минтруда России от 18.10.2013 № 544н (с изм. от 05.08.2016) (зарегистрирован в Минюсте России 06 декабря 2013 г. № 30550), 01.003 Педагог дополнительного образования детей и взрослых, утвержденного приказом Минтруда России от 08.09.2015 № 613н (зарегистрирован в Минюсте России 24 сентября 2015 г. № 38994), согласно учебного плана подготовки бакалавров по направлению 44.03.01 Педагогическое образование, профиль Физика.

Дисциплина *Классическая механика* относится к части основной профессиональной образовательной программы (Модуль 10 «Предметно-теоретический»), формируемой участниками образовательных отношений, изучается в 3 семестре (2 курс), индекс дисциплины в учебном плане *Б1.ВД.01.08*. Форма обучения – очная.

**2. Трудоемкость дисциплины** включает в себя общий объем времени, отведенный на изучение дисциплины и составляет 2 з.е. (72 часа). Количество часов, отведенных на контактную работу (различные формы аудиторной работы) с преподавателем составляет 38,25 часа (в том числе занятия лекционного типа – 19 часов, занятия семинарско-лабораторного типа – 19 часов), на самостоятельную работу студента отводится 33,75 часа.

### 3. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины – формирование у бакалавров основ владения лагранжевым и гамильтоновым подходами в классической механике; сформировать представления у бакалавров о теоретико-практическом использовании лагранжевого и гамильтонового подходов по разделу «Классическая механика» для изучения последующих дисциплин теоретической физики.

### 4. Планируемые результаты обучения.

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

УК-1 – способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ПК-5 – способен устанавливать соответствие между фундаментальными знаниями по физике и прикладным их характером.

Таблица 1.  
«Планируемые результаты обучения»

Задачи освоения дисциплины	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)	Код результата обучения (компетенция)
1. Овладение методами лагранжева и гамильтонова формализмов в приложении к механике с тем, чтобы эти методы могли быть легко перенесены в дальнейшем и на другие разделы	Знать: -- откуда и как возникли методы Лагранжа и Гамильтона; -- когда и где можно эти методы применять в	УК-1; ПК-5

<p>теоретической физики. При этом студенты должны знать, откуда и как возникли эти методы, когда и где можно их применять. Они должны также знать и уметь решать типовые задачи, пользуясь различными подходами, такими как решение уравнений Лагранжа, Гамильтона или Гамильтона-Якоби.</p>	<p>теоретической физике; -- как решаются типовые задачи, пользуясь различными подходами, такими как решение уравнений Лагранжа, Гамильтона или Гамильтона-Якоби</p>	
<p>идеями и методами полевого подхода к описанию физических явлений с участием электромагнитных взаимодействий</p> <p>2. Развитие физико-математической познавательной потребности у студентов;</p> <p>3. Формирование способности использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и культурно-просветительской деятельности</p>	<p>Уметь:</p> <p>-- строить для данной физической задачи функцию Лагранжа, -- записывать уравнения Лагранжа для заданного лагранжиана (без связей; со связями; при наличии сил трения), -- решать уравнения Лагранжа для движения в центральном поле, для малых колебаний. -- строить и вычислять тензор инерции твердого тела, -- решать простейшие задачи для движения тел в неинерциальных системах отсчета. -- строить функцию Гамильтона для данной физической задачи и записывать уравнения Гамильтона для заданного гамильтониана, -- вычислять скобки Пуассона.</p>	
	<p>Владеть:</p> <p>- математическими методами решения задач классической механики.</p>	

### 5. Контроль результатов освоения дисциплины.

Методы текущего контроля успеваемости:

- контроль за посещением занятий;
- текущий контроль успеваемости;
- выполнение домашних заданий;
- контрольные работы;
- самостоятельное выполнение домашних контрольных заданий по дисциплине.

Форма итогового контроля по дисциплине – **экзамен** (в 6 семестре).

Оценочные средства результатов освоения дисциплины, критерии оценки выполнения заданий представлены в разделе «Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся».

#### **6. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины.**

В рамках учебного процесса по дисциплине используются технологии современного традиционного обучения (лекционно-семинарская система).

Кроме того, ряд семинарских (лабораторных) занятий проводится с использованием педагогических технологий на основе активизации и интенсификации деятельности учащихся (активные методы обучения), например, попытки расширить поле применения того или иного изучаемого математического метода или подхода на более широкий класс задач или на другой раздел естествознания.

Так как курс классической механики входит в состав стандартных курсов теоретической физики, то после изучения дисциплины студент может и способен овладеть, например, электродинамикой, основами квантовой механики или общей теории относительности

### 3.1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

#### 3.1.1. Технологическая карта обучения дисциплине

(общая трудоемкость дисциплины 2 з.е.(72 у.ч.))

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего часов	Аудиторных часов			Внеаудиторных часов	Формы контроля	
		Всего	Лекций	Лабораторных			Практических
<b><i>Классическая механика</i></b>	<b>72</b>	<b>38</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	–	<b>34</b>	<b><i>Защита решений задач и самостоятельных заданий, экзамен</i></b>
<b>1. Основные принципы классической механики</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	–	<b>3</b>	<b>Защита решений задач и самостоятельных заданий, экзамен</b>
1.1 Экспериментальные факты. Принципы относительности и детерминированности. Системы отсчета и системы координат. Преобразования Галилея и инвариантность относительно них уравнений Ньютона. 1.2 Дифференциальные принципы механики. Связи и обобщенные координаты. Принцип виртуальных перемещений. Принцип Даламбера. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа. Реакция связей и метод неопределенных множителей Лагранжа. 1.3 Построение механики на основе вариационного принципа. Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа. Свойства функции Лагранжа. Построение функции Лагранжа для свободной материальной точки и системы материальных точек. Обобщенные импульсы и их сохранение. Связь свойств симметрии пространства и времени с законами сохранения. Теорема вириала.	11	8	2	2	–	3	Защита решений задач и самостоятельных заданий

<b>2. Применение уравнений Лагранжа</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	--	<b>8</b>	
2.1 Задача двух тел и рассеяние частиц. Сведение задачи двух тел к задаче о движении материальной точки в поле центральной силы. Законы сохранения. Эффективный потенциал. Интегральное и дифференциальное уравнения орбиты. Задача Кеплера. Вывод законов Кеплера. Рассеяние частиц и формула Резерфорда.	22	16	8	8	--	8	<b>Защита решений задач и самостоятельных заданий, экзамен</b>
2.2 Малые колебания. Вывод основного уравнения для одномерных колебаний. Амплитуда, частота, фаза и энергия. Трение и диссипативная функция Рэлея. Вынужденные колебания и резонанс. Понятие о дельта-функции Дирака и ее физический смысл. Метод Фурье и метод комплексных амплитуд. Восприимчивость, дисперсия и поглощение системы. Колебания со многими степенями свободы. Собственные частоты. Нормальные координаты. Вынужденные колебания системы со многими степенями свободы при наличии трения.							
<b>3. Канонический формализм</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	–	<b>10</b>	<b>Защита решений задач и самостоятельных заданий</b>
3.1 Уравнения Гамильтона. Фазовое пространство. Преобразование Лежандра, его геометрический смысл. Физический смысл функции Гамильтона. Вывод уравнений Гамильтона из вариационного принципа. Общее выражение для вариации действия (вариационная задача с незакрепленными концами). Принцип	18	8	4	4	–	10	<b>Защита решений задач и самостоятельных заданий</b>

<p>наименьшего действия Мопертюи. Геодезические линии. Действие как функция координат и времени. Уравнение Гамильтона-Якоби.</p> <p>3.2 Канонические преобразования. Основное тождество для производящей функции. Нахождение уравнений преобразования по производящей функции. Скобки Пуассона и их инвариантность относительно канонических преобразований.</p>							
<b>4. Развитие идей классической механики</b>	14	6	3	3	–	8	---
4.1 Оптико-механическая аналогия. Физическая оптика. Волновое уравнение. Геометрическая оптика. Уравнение эйконала. Аналогия между геометрической оптикой и гамильтоновой механикой. Волновые свойства материальных частиц. Уравнение Шредингера.	14	6	3	3	-	8	
Форма итогового контроля по уч. плану	7			2		5	Защита решений задач и самостоятельных заданий
<b>ИТОГО</b>	<b>72</b>	<b>38</b>	<b>19</b>	<b>19</b>		<b>34</b>	

### **3.1.2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### ***1 Основные принципы механики***

1.1 Экспериментальные факты. Принципы относительности и детерминированности. Системы отсчета и системы координат. Преобразования Галилея и инвариантность относительно них уравнений Ньютона.

1.2 Дифференциальные принципы механики. Связи и обобщенные координаты. Принцип виртуальных перемещений. Принцип Даламбера. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа. Реакция связей и метод неопределенных множителей Лагранжа.

1.3 Построение механики на основе вариационного принципа. Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа. Свойства функции Лагранжа. Построение функции Лагранжа для свободной материальной точки и системы материальных точек. Обобщенные импульсы и их сохранение. Связь свойств симметрии пространства и времени с законами сохранения. Теорема вириала.

#### ***2 Применение уравнений Лагранжа***

2.1 Задача двух тел и рассеяние частиц. Сведение задачи двух тел к задаче о движении материальной точки в поле центральной силы. Законы сохранения. Эффективный потенциал. Интегральное и дифференциальное уравнения орбиты. Задача Кеплера. Вывод законов Кеплера. Рассеяние частиц и формула Резерфорда.

2.2. Малые колебания. Вывод основного уравнения для одномерных колебаний. Амплитуда, частота, фаза и энергия. Трение и диссипативная функция Рэля. Вынужденные колебания и резонанс. Понятие о дельта-функции Дирака и ее физический смысл. Метод Фурье и метод комплексных амплитуд. Восприимчивость, дисперсия и поглощение системы.

Колебания со многими степенями свободы. Собственные частоты. Нормальные координаты. Вынужденные колебания системы со многими степенями свободы при наличии трения.

2.3. Движение в неинерциальной системе отсчета. Функция Лагранжа материальной точки в системе отсчета, движущейся произвольным образом. Уравнения Лагранжа. Силы инерции при прямолинейном ускоренном движении. Центробежная и кориолисова силы. Эффект, связанный с равномерным вращением системы отсчета.

#### ***3 Канонический формализм***

3.1. Уравнения Гамильтона. Фазовое пространство. Преобразование Лежандра, его геометрический смысл. Физический смысл функции Гамильтона. Вывод уравнений Гамильтона из вариационного принципа. Общее выражение для вариации действия (вариационная задача с незакрепленными концами). Принцип наименьшего действия Мопертюи. Геодезические линии. Действие как функция координат и времени. Уравнение Гамильтона-Якоби.

3.2 Канонические преобразования. Основное тождество для производящей функции. Нахождение уравнений преобразования по производящей функции. Скобки Пуассона и их инвариантность относительно канонических преобразований.

#### ***4 Развитие идей классической механики***

4.1 Оптико-механическая аналогия. Физическая оптика. Волновое уравнение. Геометрическая оптика. Уравнение эйконала. Аналогия между геометрической оптикой и гамильтоновой механикой. Волновые свойства материальных частиц. Уравнение Шредингера.

### 3.1.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Классическая механика» изучается в течение одного (*третьего*) семестра.

Основными видами учебной деятельности при изучении данной дисциплины являются: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Таблица 2 дает представление о распределении общей трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности.

Таблица 2.

Дисциплина	Общая трудоемкость	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
		Всего	Лекции	Практические занятия (лабораторные)	
Классическая механика	72 час (2 з.е.)	38 час	19 час	19 час	34 час

Лекции являются одним из основных видов учебной деятельности в вузе, на которых преподавателем излагается содержание теоретического курса дисциплины. Студентам настоятельно рекомендуется конспектировать материал лекций.

На практических занятиях (лабораторных занятиях, семинарах) происходит закрепление изученного теоретического материала, разбор дополнительного материала и формирование профессиональных умений и навыков. Под руководством преподавателя студенты должны решить ряд задач.

Посещение студентами лекционных и практических занятий является обязательным.

С содержанием лекционных и практических занятий можно познакомиться в *Рабочей программе дисциплины*, а с трудоемкостью каждой темы и практического занятия – в *Технологической карте обучения дисциплине*.

После изучения дисциплины студент может применить полученные знания и умения в курсах теоретической физики, например, «*Электродинамика*», «*Квантовая механика*», «*Статистическая физика*», «*Общая теория относительности*».

Внеаудиторная самостоятельная работа студента направлена на самостоятельное изучение рекомендованной литературы, подготовку контрольных и домашних заданий, решение задач для самостоятельной работы, содержащихся в документе *Задачи для самостоятельного решения*.

Список основной и дополнительной литературы, рекомендованной для самостоятельного изучения по дисциплине, приведен в *Карте литературного обеспечения дисциплины*.

Образовательный процесс по дисциплине организован в соответствии с модульно-рейтинговой системой подготовки студентов, принятой в университете<sup>1</sup>.

Модульно-рейтинговая системой (МРС) – система организации процесса освоения дисциплин, основанная на модульном построении учебного процесса. При этом осуществляется структурирование содержания каждой учебной дисциплины на дисциплинарные модули (разделы) и проводится регулярная оценка знаний и умений студентов с помощью контроля результатов обучения по каждому дисциплинарному модулю (разделу) и дисциплине в целом.

<sup>1</sup> Далее приведены выдержки и Стандарта модульно-рейтинговой системы подготовки студентов в КГПУ им. В.П. Астафьева (утвержден Ученым советом университета 28.06.2006 г., протокол № 6).

Данная дисциплина состоит из трех дисциплинарных модулей (разделов): двух базовых и одного итогового (зачета и аттестационных мероприятий).

Базовый модуль (раздел) – это часть учебной дисциплины, содержащая ряд основных тем или разделов дисциплины. Содержание данной дисциплины разбито на 2 базовых модуля (раздела): I. **«Основные принципы механики»**, **«Применение уравнений Лагранжа»** и II. **«Канонический формализм»**, **«Развитие идей классической механики»**. С содержанием учебного материала, изучаемого в каждом базовом модуле (разделе), можно познакомиться в *Рабочей программе дисциплины* и *Технологической карте обучения дисциплине*.

Итоговый модуль (раздел) – это часть учебной дисциплины, отводимая на аттестацию в целом по дисциплине (зачет и аттестационные мероприятия).

Результаты всех видов учебной деятельности студентов оцениваются рейтинговыми баллами. Формы текущей работы и рейтинг-контроля в каждом дисциплинарном модуле (разделе), количество баллов как по дисциплине в целом, так и по отдельным формам работы и рейтинг-контроля указаны в *Технологической карте рейтинга дисциплины*. В каждом модуле (разделе) определено минимальное и максимальное количество баллов. Сумма максимальных баллов по всем модулям (разделам) равняется 100%-ному усвоению материала. Минимальное количество баллов в каждом модуле (разделе) является обязательным и не может быть заменено набором баллов в других модулях (разделах), за исключением ситуации, когда минимальное количество баллов по модулю (разделу) определено как нулевое. В этом случае модуль (раздел) является необязательным для изучения и общее количество баллов может быть набрано за счет других модулей (разделов). Дисциплинарный модуль (раздел) считается изученным, если студент набрал количество баллов в рамках установленного диапазона. Для получения оценки «зачтено» необходимо набрать не менее 60 баллов, предусмотренных по дисциплине (при условии набора всех обязательных минимальных баллов по каждому дисциплинарному модулю (разделу)).

Рейтинг по дисциплине – это интегральная оценка результатов всех видов учебной деятельности студента по дисциплине, включающей:

- рейтинг-контроль текущей работы;
- промежуточный рейтинг-контроль;
- итоговый рейтинг-контроль.

Рейтинг-контроль текущей работы выполняется в ходе аудиторных занятий по текущему базовому модулю (разделу) в следующих формах: защита решений задач, написание рефератов, выступление с докладами по темам, изучаемым самостоятельно.

Промежуточный рейтинг-контроль – это проверка полноты знаний по освоенному материалу текущего базового модуля (раздела). Он проводится в конце изучения каждого базового модуля (раздела) в форме контрольных заданий без прерывания учебного процесса по другим дисциплинам.

Итоговый рейтинг-контроль является промежуточной аттестацией по дисциплине, которая проводится в рамках итогового модуля (раздела) в форме зачета в конце семестра до начала сессии. Для подготовки к экзамену следует использовать *Вопросы и задачи для подготовки к зачету и экзамену*.

Преподаватель имеет право по своему усмотрению добавлять студенту определенное количество баллов (но не более 5 % от общего количества), в каждом дисциплинарном модуле (разделе):

- за активность на занятиях;
- за иные учебные достижения.

Студент, не набравший минимального количества баллов по текущей и промежуточной аттестациям в пределах первого базового модуля (раздела), допускается к изучению следующего базового модуля (раздела). Ему предоставляется возможность

добора баллов в течение двух последующих недель (следующих за промежуточным рейтингом-контролем) на ликвидацию задолженностей.

Студентам, которые не смогли набрать промежуточный рейтинг или рейтинг по дисциплине в общеустановленные сроки по болезни или по другим уважительным причинам (документально подтвержденным соответствующим учреждением), декан факультета устанавливает индивидуальные сроки сдачи.

Если после этого срока задолженность по неуважительным причинам сохраняется, то назначается комиссия по приему академических задолженностей с обязательным участием заведующего кафедрой и декана (его заместителя). По решению комиссии неуспевающие студенты по представлению декана отчисляются приказом ректора из университета за невыполнение учебного графика.

В особых случаях декан имеет право установить другие сроки ликвидации студентами академических задолженностей.

Неявка студента на итоговый или промежуточный рейтинг-контроль отмечается в рейтинг-листе записью «не явился». Если неявка произошла по уважительной причине (подтверждена документально), деканат имеет право разрешить прохождение рейтинг-контроля в другие сроки. При неуважительной причине неявки в статистических данных деканата проставляется «0» баллов, и студент считается задолжником по данной дисциплине.

### **3.1.4. ТЕМЫ КУРСОВЫХ РАБОТ**

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

### 3.2. КОМПОНЕНТЫ МОНИТОРИНГА УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РЕЙТИНГА ДИСЦИПЛИНЫ

БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 1 <i>«Основные принципы механики», «Применение уравнений Лагранжа»</i>			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
Текущая работа	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	<b>5</b>	<b>5</b>
	Решение задач (1 задача – 1 балл)	<b>10</b>	<b>10</b>
	Активность	<b>0</b>	<b>5</b>
Промежуточный рейтинг-контроль	Защита решений задач	<b>15</b>	<b>20</b>
Итого		<b>30</b>	<b>40</b>

БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 2 <i>«Канонический формализм», «Развитие идей классической механики»</i>			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	Max
Текущая работа	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	<b>5</b>	<b>10</b>
	Решение задач (1 задача – 1 балл)	<b>10</b>	<b>10</b>
	Активность	<b>0</b>	<b>5</b>
Промежуточный рейтинг-контроль	Защита решений задач	<b>15</b>	<b>25</b>
Итого		<b>30</b>	<b>50</b>

ИТОГОВЫЙ РАЗДЕЛ			
Содержание	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
	Зачет* (устно или письменно)	<b>0</b>	<b>10</b>
Итого		<b>0</b>	<b>10</b>
Общее количество баллов по дисциплине (по итогам изучения всех модулей)		min	max
		<b>60</b>	<b>100</b>

**\* Соответствие рейтинговых баллов и академической оценки**

<i>Общее количество набранных баллов</i>	<i>Академическая оценка</i>
<b>60 – 72</b>	<b>3 (удовлетворительно)</b>
<b>73 – 86</b>	<b>4 (хорошо)</b>
<b>87 – 100</b>	<b>5 (отлично)</b>

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Красноярский государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева»

Институт/факультет/департамент Институт математики, физики, информатики  
(наименование института/факультета)

Кафедра-разработчик кафедра физики и методики обучения физике  
(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры

Протокол № 08 от «12» мая 2021 г.

 (подпись)

ОДОБРЕНО

на заседании научно-методического совета  
специальности (направления подготовки)

Протокол № 07 от «21» 05 2021 г.

 (подпись)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации обучающихся

по дисциплине Классическая механика

(наименование дисциплины/модуля/вида практики)

44.03.01 Педагогическое образование

(код и наименование направления подготовки)

Физика

(направленность (профиль) образовательной программы)

Бакалавр

(квалификация (степень) выпускника)

Составитель: (ФИО, должность) Баранов А.М., профессор кафедры физики и методики  
обучения физике

## 1. Назначение фонда оценочных средств

### 1.1. Целью создания ФОС дисциплины *Математическая физика*

является установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям основной профессиональной образовательной программы, рабочей программы дисциплины.

### 1.2. ФОС разработан на основании нормативных документов:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки *44.03.01 Педагогическое образование*;

- образовательной программы высшего образования по направлению подготовки *44.03.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) Физика (уровень бакалавриата)*;

- Положения о формировании фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева».

## 2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе изучения дисциплины

### 2.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины:

УК-1 – способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

ПК-4 – разработка основных и дополнительных экспериментальных установок по основным разделам физики в соответствии с методами обработки экспериментальных данных;

ПК-5 – способен устанавливать соответствие между фундаментальными знаниями по физике и прикладным их характером.

### 2.2. Этапы формирования и оценивания компетенций

Компетенция	Дисциплины, практики, участвующие в формировании компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/ КИМы	
			Номер	Форма
УК-1 – способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;	Экономика знаний Естественнонаучная картина мира Социология Вводный курс физики Механика Электричество и магнетизм Оптика Молекулярная физика Электродинамика Атомная физика Классическая механика Математическая физика Астрономия	текущий контроль	5.1	Доклад
		текущий контроль	5.2	Реферат
		текущий контроль	5.3	Задачи
		промежуточная аттестация	5.4	Тест
		промежуточная аттестация	5.5	Экзамен

	<p>Частные вопросы методики обучения физике</p> <p>Дополнительные главы методики обучения физике</p> <p>Электротехника</p> <p>Радиотехника</p> <p>Программирование виртуальных приборов</p> <p>Компьютерное моделирование физических явлений</p> <p>Математический анализ и основы теории функций</p> <p>Основы математической обработки информации</p> <p>Производственная практика: преддипломная практика</p> <p>История образования и педагогической мысли</p> <p>Теория обучения и воспитания</p> <p>Учебная практика: технологическая (междисциплинарная) практика</p> <p>Выполнение и защита выпускной квалификационной работы</p>			
<p>ПК-4 – разработка основных и дополнительных экспериментальных установок по основным разделам физики в соответствии с методами обработки экспериментальных данных;</p>	<p>Вводный курс физики</p> <p>Механика</p> <p>Электричество и магнетизм</p> <p>Оптика</p> <p>Молекулярная физика</p> <p>Электродинамика</p> <p>Атомная физика</p> <p>Классическая механика</p> <p>Математическая физика</p> <p>Астрономия</p> <p>Электротехника</p> <p>Радиотехника</p> <p>Программирование виртуальных приборов</p> <p>Компьютерное моделирование физических явлений</p> <p>Учебная практика: технологическая (междисциплинарная) практика</p> <p>Выполнение и защита выпускной</p>	текущий контроль	5.1 5.2	Доклад Реферат
		текущий контроль	5.3	Задачи
		промежуточная аттестация	5.4	Тест
		промежуточная аттестация	5.5	Экзамен

	квалификационной работы			
ПК-5 – способен устанавливать соответствие между фундаментальными знаниями по физике и их прикладным характером	Вводный курс физики	текущий контроль	5.1	Доклад
	Механика		5.2	Реферат
	Электричество и магнетизм	текущий контроль	5.3	Задачи
	Оптика	промежуточная аттестация	5.4	Тест
	Молекулярная физика	промежуточная аттестация	5.5	Экзамен
	Электродинамика			
	Атомная физика			
	Классическая механика			
	Математическая физика			
	Астрономия			
	Электротехника			
	Радиотехника			
	Программирование виртуальных приборов			
	Компьютерное моделирование физических явлений			
	Современные направления развития научной отрасли (по профилю подготовки)			
	Статистическая физика			
	Квантовая механика			
	Фундаментальные взаимодействия			
	Элементарная физика			
	Учебная практика: технологическая (междисциплинарная) практика			
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы			

### 3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

3.1. Фонды оценочных средств включают: *Вопросы и задачи к зачету и экзамену, Экзаменационные вопросы.*

3.2. Оценочные средства

3.2.1. Оценочное средство *Вопросы и задачи для самостоятельного решения.*

Критерии оценивания по оценочному средству *Вопросы и задачи для самостоятельного решения.*

Формируемые компетенции	Высокий уровень сформированности компетенций	Продвинутый уровень сформированности компетенций	Базовый уровень сформированности компетенций
	(87-100 баллов) отлично	(73-86 баллов) хорошо	(60-72 баллов) удовлетворительно
УК-1; ПК-4; ПК-5	18 – 20 верных ответов	15 – 17 верных ответов	10 – 14 верных ответов

\* Менее 60 баллов – компетенция не сформирована.

### 3.2.2. Оценочное средство *Экзаменационные вопросы*.

Критерии оценивания по оценочному средству *Экзаменационные вопросы*

Формируемые компетенции	Высокий уровень сформированности компетенций	Продвинутый уровень сформированности компетенций	Базовый уровень сформированности компетенций
	(87-100 баллов) отлично	(73-86 баллов) хорошо	(60-72 баллов) удовлетворительно
УК-1; ПК-4; ПК-5	Ответ на вопрос полный, правильный, показывает, что обучающийся правильно и исчерпывающе раскрывает содержание вопроса, конкретизирует его фактическим материалом.	Ответ на вопрос удовлетворяет уже названным требованиям, но есть неточности в изложении фактов, определении понятий, объяснении взаимосвязей. Однако, обучающийся может легко устранить неточности по дополнительным и наводящим вопросам преподавателя.	Ответ на вопрос в целом правильный, но нечетко формулируются понятия, имеют место затруднения в самостоятельном объяснении взаимосвязей, непоследовательно излагается материал

\* Менее 60 баллов – компетенция не сформирована.

## 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости

4.1. Фонды оценочных средств включают: *Перечень вопросов и задач для самостоятельной работы* (в соответствии с Технологической картой рейтинга дисциплины Рабочей программы дисциплины).

4.2.1. Критерии оценивания по оценочному средству *Вопросы и задачи для самостоятельной работы*.

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Задача решена полностью без консультации с преподавателем или ответ на вопрос исчерпывающе полон	2
Задача решена полностью после консультации с преподавателем или ответ на вопрос реализуется после ряда уточнений со стороны преподавателя	1
Задача решена неверно или неверен ответ на вопрос	0
Максимальный балл за все задачи (10 задач)	20

## 5. Оценочные средства (контрольно-измерительные материалы)

### 5.1. Перечень вопросов и задач для самостоятельной работы

1. Как определить размерность пространства, в котором мы живем?
2. Что такое арифметизация пространства?
3. Имеют ли координаты физический смысл?
4. Что такое инерциальная система отсчета?
5. Как определить, является ли данная система отсчета инерциальной?
6. Сформулировать принцип относительности Галилея.
7. Что такое локально-инерциальная система отсчета?
8. Как определяются консервативные силы?
9. Получить преобразования Галилея, потребовав инвариантность записи уравнений Ньютона в любой инерциальной системе отсчета.
10. Дать определение связей.
11. Какие бывают связи?
12. Какие трудности возникают при описании системы за счет введения связей?
13. Что такое обобщенные координаты?
14. Дать определение виртуальных перемещений.
15. Чем виртуальные перемещения отличаются от реальных?
16. Пояснить суть задачи о брахистохроне.
17. Что такое функционал?
18. В чем отличие и в чем сходство понятий функционала и функции?
19. Что такое сила инерции? Имеет ли она физический смысл?
20. Что такое принцип Д'Аламбера?
21. Где применяется принцип Д'Аламбера?
22. Что такое реономные и склерономные системы?
23. Что такое консервативные системы?
24. Что такое функция Лагранжа?
25. Что такое диссипативные системы?
26. Что такое диссипативная функция Релея?
27. В чем заключается физический смысл функции Рэлея?
28. Что такое неопределенный множитель Лагранжа?
29. Где применяется метод неопределенных множителей?
30. Что такое действие?
31. Какова физическая размерность действия?
32. Что такое принцип наименьшего действия?
33. Пояснить суть принципа наименьшего действия.
34. Чем принцип наименьшего действия отличается от принципа Гамильтона?
35. Каково строение атома водорода?
36. Какова вероятностная интерпретация дифференциального сечения рассеяния?
37. Какого типа потенциалы используются для рассмотрения рассеяния, например,  $\alpha$ -частиц на ядрах атомов?
38. Сколько степеней свободы у твердого тела?
39. Сформулировать теорему Шаля.
40. Что такое угловая скорость?
41. Что такое центр инерции?
42. Что такое тензор моментов инерции?
43. Как записывается кинетическая энергия твердого тела?
44. Что такое главные оси инерции?
45. Что такое главные моменты инерции?
46. Что такое момент импульса твердого тела?
47. Что такое момент сил?

48. Что такое уравнения Эйлера
49. Чем отличается инвариантная запись уравнений от их координатной записи?
50. Какой член функции Лагранжа (3.) описывает силу Кориолиса? Центробежную силу?
51. В каком направлении действует сила Кориолиса на движущееся тело? На покоящееся?
52. В каком направлении действует центробежная сила? Как она зависит от движения тела?
53. Что такое центробежная энергия? Это кинетическая или потенциальная энергия?
54. Что такое канонические уравнения движения?
55. Чем отличается общая вариационная задача от вариационной задачи с закрепленными концами?
56. Что такое принцип наименьшего действия Мопертюи?
57. К каким следствиям приводит выполнение принципа наименьшего действия Мопертюи?
58. Какие формы записи существуют для принципа наименьшего действия Мопертюи?
59. Записать волновое уравнение
60. Что такое эйконал? Его физический смысл.
61. Суть гипотезы Д'Бройля.
62. Записать уравнение эйконала.
63. Волны материи, что это такое?
64. Записать выражение для длины волны Д'Бройля.
65. Каков физический смысл волновой функции в шредингеровской волновой механике?

## 5.2. Задачи для самостоятельного решения

1. Проинтегрировать одномерное уравнение Ньютона в квадратурах для сил вида: а)  $F(t)$ ; б)  $F(x)$ ; в)  $F(v)$ .
2. Проинтегрировать одномерное уравнение Ньютона для сил вида: а)  $F = kx$ ; б)  $F = -aV$  (слабое трение); в)  $F = -aV^2$  (сильное трение), где  $a = const$ .
3. Найти закон падения тела с большой высоты.
4. Найти закон падения тела в однородном поле тяжести с учетом силы трения.
5. С какой минимальной вертикальной скоростью  $V$  нужно подбросить частицу, чтобы она покинула Землю.
6. Дан физический маятник — однородный стержень длины  $l$  и массы  $m$ . К нижнему концу стержня приложена горизонтальная сила  $F$ . Найти угол  $\alpha$ , на который отклонится стержень в положении равновесия.
7. Бусинка массы  $m$  надета на проволочку, которая согнута и вращается вокруг оси  $u$  с постоянной угловой скоростью  $\omega$ . Определить форму этой проволочки, при которой бусинка в однородном поле тяжести останется в равновесии.
8. Однородный стержень весом  $P$  и длиной  $l$  опирается на прямоугольную ступеньку высоты  $h$ , его нижний конец удерживается нитью, прикрепленной к ступеньке. Угол между стержнем и полом  $\alpha$ , трения нет. Определить реакцию опор и натяжение нити. Рассмотреть случаи: а)  $l > h$ , б)  $l < h$ .
9. Тяжелая материальная точка соскальзывает с вершины вертикального обруча в поле тяжести. Найти реакции связи и точку отрыва.
10. Тяжелая материальная точка соскальзывает по параболе  $y = a^2x^2$ ;  $a > 0$ . Найти реакции связи. Рассмотреть случай  $a < 0$ .
11. Записать функцию Лагранжа и уравнения Лагранжа для материальной точки массы  $m$  в 3-мерном пространстве, в потенциальном поле  $U(\underline{r})$ , в:
  - а) декартовых координатах;
  - б) цилиндрических координатах;
  - в) сферических координатах.
12. Получить формулу Резерфорда.
13. Какова энергия  $\alpha$ -частицы в Мэв, если ее скорость равна  $v_\infty = 3,246 \cdot 10^9$  км/с ?

14. Однородный шар массы  $m$  и радиуса  $R$  скатывается без трения и проскальзывания с горки высоты  $h$  на горизонтальную плоскость. Найти скорость центра масс шара на горизонтальном участке.
15. Найти период прецессии Земли, если отношение ее главных моментов инерции  $(I_x - I_z)/I \approx 1/300$ ?

### 5.3. Вопросы к зачету и экзаменационные вопросы

1. Экспериментальные факты. Принципы относительности и детерминированности.
2. Системы отсчета и системы координат.
3. Преобразования Галилея и инвариантность относительно них уравнений Ньютона.
4. Дифференциальные принципы механики. Связи и обобщенные координаты.
5. Принцип виртуальных перемещений.
6. Принцип Даламбера.
7. Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа.
8. Реакция связей и метод неопределенных множителей Лагранжа.
9. Принцип наименьшего действия и уравнения Лагранжа.
10. Свойства функции Лагранжа.
11. Построение функции Лагранжа для свободной материальной точки и системы материальных точек.
12. Обобщенные импульсы и их сохранение.
13. Связь свойств симметрии пространства и времени с законами сохранения
14. Теорема вириала.
15. Задача двух тел и рассеяние частиц. Сведение задачи двух тел к задаче о движении материальной точки в поле центральной силы.
16. Законы сохранения. Эффективный потенциал. Интегральное и дифференциальное уравнения орбиты.
17. Задача Кеплера. Вывод законов Кеплера.
18. Рассеяние частиц и формула Резерфорда.
19. Малые колебания. Вывод основного уравнения для одномерных колебаний.
20. Трение и диссипативная функция Рэлея в колебательных системах.
21. Вынужденные колебания и резонанс. Понятие о дельта-функции Дирака и ее физический смысл.
22. Метод комплексных амплитуд. Восприимчивость, дисперсия и поглощение системы
23. Колебания со многими степенями свободы. Собственные частоты. Нормальные координаты.
24. Вынужденные колебания системы со многими степенями свободы при наличии трения.
25. Движение в неинерциальной системе отсчета. Функция Лагранжа материальной точки в системе отсчета, движущейся произвольным образом.
26. Силы инерции при прямолинейном ускоренном движении. Центробежная и кориолисова силы. Эффект, связанный с равномерным вращением системы отсчета.
27. Уравнения Гамильтона. Фазовое пространство. Преобразование Лежандра, его геометрический смысл.
28. Вывод уравнений Гамильтона из вариационного принципа. Общее выражение для вариации действия (вариационная задача с незакрепленными концами).
29. Принцип наименьшего действия Мопертюи. Геодезические линии.
30. Скобки Пуассона.
31. Оптико-механическая аналогия. Физическая оптика. Волновое уравнение. Геометрическая оптика. Уравнение эйконала.

32. Аналогия между геометрической оптикой и гамильтоновой механикой. Волновые свойства материальных частиц. Уравнение Шредингера.

### 3.2.3. ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины  
на 2020/2021 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. Обновлены титульные листы рабочей программы, фонда оценочных средств в связи с изменением ведомственной принадлежности – Министерству просвещения Российской Федерации.

2. Обновлена и согласована с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева «Карта литературного обеспечения (включая электронные ресурсы)», содержащая основную и дополнительную литературу, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

3. Обновлена «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева) и комплекс лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
"12" мая 2021г., протокол № 08

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Тесленко В.И.  
\_\_\_\_\_ (ф.и.о., подпись)

Одобрено НМСС(Н) Института математики, физики, информатики 44.03.01 Педагогическое образование, 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), 44.04.01 Педагогическое образование, 44.06.01 Образование и педагогические науки  
(указать наименование совета и направление)

протокол № 07 от «21» 05 2021 г.

Председатель

\_\_\_\_\_ Борtnовский С.В. \_\_\_\_\_  
(ф.и.о., подпись)

### 3.3. УЧЕБНЫЕ РЕСУРСЫ

#### 3.3.1. Карта литературного обеспечения дисциплины

Наименование	Место хранения/ электронный адрес	Кол-во экземпляров/ точек доступа
<b>Основная литература</b>		
Голдстейн Г. Классическая механика [Текст] Г.Голдстейн. – М.: Наука, 1975.	Научная библиотека КГПУ им. В.П.Астафьева, <a href="http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm</a>	Свободный доступ
Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля [Текст] / Л.Д.Ландау, Лифшиц Е.М. . – М.: Физматлит, 2000.	Отраслевая библиотека ИМФИ (ул. Перенсона, 7) ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева <a href="http://elib.kspu.ru">http://elib.kspu.ru</a> Режим доступа: по паролю	Свободное скачивание
<b>Дополнительная литература</b>		
Лич Дж.У. Классическая механика [Текст] / Дж.У.Лич -- М.: Иностранная литература,	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm</a>	Свободный доступ
Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике [Текст]/ Ф.Р.Гантмахер. -- М.: Наука, 1966.	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm</a>	Свободный доступ
<b>Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы</b>		
Коткин Г.Л., Сербо В.Г. Сборник задач по классической механике [Текст] / Г.Л.Коткин Г.Л., В.Г,Сербо --. М.: Наука, 1977	Отраслевая библиотека ИМФИ (ул. Перенсона, 7) <a href="http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm</a>	Свободный доступ
Баранов А.М. Применение программируемых микрокалькуляторов в курсе "Теоретическая механика" 1. Рассеяние частиц в силовых полях. Формула Резерфорда. Метод. указания [Текст] /А.М,Баранов //Краснояр. гос. ун-т. Красноярск, 1987.	Научная библиотека СФУ (пр. Свободный,81); ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева <a href="http://elib.kspu.ru/document/">http://elib.kspu.ru/document/</a>	1 Свободное скачивание

	Режим доступа: по паролю	
--	--------------------------	--

Согласовано: с научной библиотекой:

Главный библиотекарь / *А.А.* Фортова А.А.  
(должность структурного подразделения) (подпись) (Фамилия И.О.)

### 3.3.2. Карта материально-технической базы дисциплины

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с УП	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Классическая механика	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона, зд. 7 (Корпус №4), ауд. № 2-13	Интерактивная доска-1шт., доска магнитно-маркерная - 2шт., компьютер -1шт., проектор - 1шт., столик передвижной проекционный РТ5 - 1 шт., вольтметр-1шт., амперметр-1шт.	Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
	Помещения для самостоятельной работы, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89 (Корпус №1), ауд. 1-05 Центр самостоятельной работы	МФУ-5 шт. компьютер- 15 шт. ноутбук-10 шт.	Microsoft® Windows® Home 10 RussianOLPNLAcademicEditionLegalizationGetGenuine (ОЕМлицензия, контракт № Tr000058029от27.11.2015); Kaspersky Endpoint Security – Лицесертификат №1В08-190415-050007-883-951; 7-Zip - (Свободная лицензия GPL); AdobeAcrobatReader – (Свободная лицензия); GoogleChrome – (Свободная лицензия); MozillaFirefox – (Свободная лицензия);

			<p><i>LibreOffice – (Свободная лицензия GPL);</i>  <i>XnView – (Свободная лицензия);</i>  <i>Java – (Свободная лицензия);</i>  <i>VLC – (Свободная лицензия).</i>  <i>Гарант - (договор № КРС000772 от 21.09.2018)</i>  <i>КонсультантПлюс (договор № 20087400211 от 30.06.2016);</i>  <i>Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017</i></p>
	<p><i>Помещения для самостоятельной работы, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона, зд. 7</i>  <i>(Корпус №4), ауд. 1-01 Отраслевая библиотека</i></p>	<p><i>Копир - 1шт</i></p>	-
	<p><i>Помещения для самостоятельной работы, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Перенсона, зд. 7</i>  <i>(Корпус №4), ауд. 1-02 Читальный зал</i></p>	<p><i>Компьютер-10 шт,</i>  <i>принтер-1 шт</i></p>	<p><i>Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017</i></p>
	<p><i>Помещения для самостоятельной работы, 660049, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д. 89 (Корпус №1), ауд. 1-05 Центр самостоятельной работы</i></p>	<p><i>МФУ-5 шт.</i>  <i>компьютер- 15 шт.</i>  <i>ноутбук-10 шт.</i></p>	<p><i>Microsoft® Windows® Home 10 RussianOLPNLAcademicEditionLegalizationGetGenuine (ОЕМлицензия, контракт № Tr000058029от27.11.2015);</i>  <i>Kaspersky Endpoint Security – Лицесертификат №1B08-190415-050007-883-951;</i>  <i>7-Zip - (Свободная лицензия GPL);</i>  <i>AdobeAcrobatReader – (Свободная</i></p>

			<p><i>лицензия);</i> <i>GoogleChrome – (Свободная лицензия);</i> <i>MozillaFirefox – (Свободная лицензия);</i> <i>LibreOffice – (Свободная лицензия GPL);</i> <i>XnView – (Свободная лицензия);</i> <i>Java – (Свободная лицензия);</i> <i>VLC – (Свободная лицензия).</i> <i>Гарант - (договор № КРС000772 от 21.09.2018)</i> <i>КонсультантПлюс (договор № 20087400211 от 30.06.2016);</i> <i>Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017</i></p>
--	--	--	--