

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет педагогики, психологии и коммуникативистики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



Иванов А.Г.

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.20.02 АВТОМОДЕЛИРОВАНИЕ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки _____ 44.03.05 Педагогическое образование

(с двумя профилями подготовки)
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) _____ Технологическое образование, Физика
(наименование направленности (профиля) специализации)

Программа подготовки _____ академическая
(академическая /прикладная)

Форма обучения _____ очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация (степень) выпускника _____ бакалавр
(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2015

Рабочая программа дисциплины **Автомоделирование** составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль: Технологическое образование, Физика
код и наименование направления подготовки

Программу составили:

Суятин Б.Д., доц., канд. физ.-мат. наук, доц.


подпись

Земскова Н.В., директор МБОУ гимназия №44



Мыринова М.Ю., канд. биолог. наук, доцент,
зав.кафедры маркетинга и менеджмента
зам.директора УМР КРИА ВО КубГАУ



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры
технологии и предпринимательства
протокол № 13 «26» мая 2015 г.
Заведующий кафедрой
технологии и предпринимательства Сажина Н.М.


подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологии и
предпринимательства
протокол № 13 «26» мая 2015 г.
Заведующий кафедрой
технологии и предпринимательства Сажина Н.М.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
педагогики, психологии и коммуникативистики
протокол № 10 «27» мая 2015 г.
Председатель УМК факультета Гребенникова В.М.


подпись

Рецензенты:

Ашинов Ю.Н., д.б.н., директор
АНПО "Кубанский институт
профессионального образования"

Голубь М.С., канд. пед. наук, доцент каф. ДПП ФППК КубГУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Курс «Автомоделирование» нацелен на развитие потенциальных творческих способностей учащихся и формирование у них навыков выявления, формулирования и решения новых технических творческих проблем и задач в проектной деятельности; повышение продуктивности проектной деятельности учащихся через моделирование.

1.2 Задачи дисциплины

- совершенствовать умения и навыки самостоятельной работы на металлорежущих станках, с различными материалами и инструментами при работе над проектом;
- развивать конструкторские задатки и способности самостоятельно конструировать модель, стремление к рационализации и изобретательству;
- способствовать воспитанию у учащихся технологической культуры, умения работать в коллективе, ответственности;
- подготовить учащихся к осознанному профессиональному самоопределению в рамках дифференцированного обучения и поэтапному достижению жизненных целей.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Автомоделирование» относится к обязательной вариативной части в изучении Модуля «Теория и методика обучения физике» и является базовым теоретическим и практическим основанием для подготовки бакалавров по второму профилю «Физика».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-1 готовность сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности;

ПК-7 способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать активность и инициативность, самостоятельность обучающихся, развивать их творческие способности.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	- готовностью сознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать мотивацией к осуществлению профессиональной деятельности; - способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать	• базовую терминологию, относящуюся к различным разделам теоретической механики и механики сплошных сред; • способы описания движения механических систем; • формулировку основных теорем и законов	• продемонстрировать применение различных методов при решении конкретных задач динамики; • решать задачи по данной дисциплине; • проводить численные расчеты соответствующи	• овладеть навыками использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач • владеть навыками применять на практике базовые профессиональные навыки

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
2.	ПК-7	активность и инициативность, самостоятельность обучающихся, развивать их творческие способности.	теоретической механики и механики сплошных сред	х физических величин в общепринятых системах единиц;	владеть навыками использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки)

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			А	Б	В	Г
Контактная работа, в том числе:						
Аудиторные занятия (всего):		60	60			
Занятия лекционного типа		20	20	-	-	-
Лабораторные занятия		-	-	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		40	40	-	-	-
		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2			
Самостоятельная работа, в том числе:						
Курсовая работа		-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		10	10	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		4	4	-	-	-
Реферат		10	10	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		19,8	19,8	-	-	-
Контроль:						
Подготовка к экзамену		-	-			
Общая трудоемкость	час.	108	108	-	-	-
	в том числе контактная работа	64,2	64,2			
	зач. ед	3	3			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в А семестре (для студентов ОФО)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
АВТОМОДЕЛИРОВАНИЕ						
1.	Основные понятия и законы классической механики.	12	2	4	-	6
2.	Законы изменения и сохранения импульса, момента и энергии.	16	4	6	-	6
3.	Проблема двух тел и теория рассеяния частиц.	14	2	6	-	6
4.	Уравнения Лагранжа	14	2	6	-	6
5.	Механика твердого тела.	14	4	6	-	6
6.	Движение в неинерциальной системе отсчета.	18	4	6	-	8
7.	Элементы аналитической механики.	13,8	2	6	-	5,8
8.	КСР	4				
9.	ИКР	0,2				
	Всего	108	20	40		43,8

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование разделов	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
АВТОМОДЕЛИРОВАНИЕ			
1.	Основные понятия и законы классической механики.	Основные понятия и постулаты классической механики. Частица и материальная точка. Пространство и время. Сила и масса. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Теория относительности Галилея и Эйнштейна. Законы Ньютона. Кинематика точки в различных системах координат (декартовы, цилиндрические, сферические, полярные). Естественный способ задания движения системы. Нерелятивистские и релятивистские уравнения движения частицы. Решение уравнений движения и начальные условия.	Устный опрос, письменный опрос

2.	Законы изменения и сохранения импульса, момента и энергии.	Законы изменения и сохранения импульса точки, момента количества движения и энергии. Взаимодействия частиц. Потенциальные силы. Гироскопические силы. Диссипативные силы. Система N материальных точек. Центр масс. Закон изменения импульса системы точек. Теорема о сохранении импульса системы материальных точек. Закон изменения момента количества движения системы материальных точек. Момент сил. Теорема о сохранении полной энергии системы материальных точек с потенциальными силами. Теорема вириала.	Собеседование
3.	Проблема двух тел и теория рассеяния частиц.	Задача двух тел. Рассеяние частиц. Диаграмма скоростей. Дифференциальное поперечное эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.	Письменный опрос в конце лекции (10 мин)
4.	Уравнения Лагранжа	Понятие о связях, степенях свободы и обобщенных координатах. Действительные, возможные и виртуальные перемещения. Идеальные связи. Уравнения Лагранжа 1-го рода. Функция Лагранжа. Обобщенный потенциал. Законы изменения и сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии. Циклические координаты.	Устный опрос
5.	Механика твердого тела.	Независимые координаты твердого тела. Положение и скорость произвольной точки твердого тела. Тензор инерции. Уравнения движения твердого тела. Плоскопараллельное движение твердого тела. Движение тела, закрепленного в двух точках. Движение твердого тела с одной неподвижной точкой. Уравнения Эйлера. Движение тяжелого симметричного волчка. Соприкосновение твердых тел. Уравнения движения твердого тела при наличии неголономных связей.	Письменный опрос

6.	Движение в неинерциальной системе отсчета.	Уравнения движения материальной точки в неинерциальной системе отсчета. Уравнения движения материальной точки у поверхности Земли. Отклонение свободно падающих тел на восток	Письменный опрос в конце лекции (10 мин)
7.	Элементы аналитической механики.	Принцип наименьшего действия. Уравнения Гамильтона. Получение уравнений Гамильтона из вариационного принципа. Канонические преобразования. Скобки Пуассона и их свойства. Теорема Пуассона. Функция действия и уравнение Гамильтона-Якоби. Интегрирование уравнений движения с помощью уравнения Гамильтона-Якоби. Фазовое пространство и теорема Лиувилля. Переменные действие-угол.	Собеседование

2.3.2 Занятия семинарского типа

Структура практических занятий:

1. Проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы.
 2. Выборочная проверка наличия и правильности выполнения домашнего задания.
 3. Разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе.
 4. Рассмотрение теоретических оснований для практики текущей темы.
 5. Разбор практических методов и решение соответствующих задач.
 6. Корректировка заданий для самостоятельной работы студентов.
- На некоторых практических занятиях проводится аудиторная контрольная работа.

№	Наименование разделов	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
АВТОМОДЕЛИРОВАНИЕ			
1.	Основные понятия и законы классической механики.	Кинематика материальной точки	Контрольная работа.
2.	Законы изменения и сохранения импульса, момента и энергии.	Интегрирование уравнений движения. Движение частиц в электромагнитных полях	
3.	Проблема двух тел и теория рассеяния частиц.	Импульсы двух частиц после рассеяния. Диаграммы импульсов. Лабораторная система отсчета и система центра масс. Углы рассеяния частиц..	
4.	Уравнения Лагранжа	Уравнения Лагранжа 1 рода. Уравнения Лагранжа 2 рода. Интегралы движения	Контрольная работа.

5.	Механика твердого тела.	Уравнения движения твердого тела.	
6.	Движение в неинерциальной системе отсчета.	Канонические преобразования. Уравнение Гамильтона-Якоби. Уравнения движения относительно неинерциальных систем отсчета.	Контрольная работа.
7.	Элементы аналитической механики.	Обобщенные координаты и обобщенные импульсы. Переменные Гамильтона. Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Гамильтониан линейного гармонического осциллятора, математического маятника, электрического заряда, движущегося в электромагнитном поле.	Контрольная работа.

2.3.3 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено

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

№	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	3
1.	Ольховский И.И., Павленко Ю.Г., Кузьменков Л.С. Задачи по теоретической механике для физиков. Издательство Московского университета 1977.
2.	Коткин Г.Л., Сербо В.Г. Сборник задач по классической механике, М., Наука
3.	Павленко Ю.Г. Задачи по теоретической механике, Физматлит, М., 2003

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС при реализации различных видов учебной работы в процессе изучения дисциплины «История физики» предусматривается использование в учебном процессе следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

- лекции;
- подготовка письменных рефератов по темам курса;

Темой реферата должна быть история открытия конкретного физического закона или развитие представлений о природе конкретного явления. Кроме того, темой реферата может служить научная деятельность в области физики отдельных ученых и научных школ.

Активные методы обучения (деловые игры, научные проекты): Решение задач исследовательского характера на практических занятиях.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Тематика контрольных работ

1. Кинематика материальной точки. Интегрирование уравнений движения. Движение в центрально-симметричном поле. Уравнения Лагранжа 1 рода.
2. Уравнения Лагранжа 2 рода. Канонические уравнения Гамильтона. Метод Рауса. Скобка Пуассона.
3. Канонические преобразования. Уравнение Гамильтона-Якоби. Уравнения движения относительно неинерциальных систем отсчета.
4. Линейные колебания. Уравнения движения твердого тела. Идеальная, вязкая жидкость. Звуковые и ударные волны. Теория упругости.

Комплекты тестовых заданий

- Комплект тестовых заданий для оценивания знаний студентов, полученных ранее и необходимых для усвоения курса. Тестирование проводится на 1 неделе занятий.
- Комплект тестовых заданий по темам курса. Тестирование проводится на практических занятиях

Тематика рефератов

Предусмотрено написание рефератов по следующим вопросам:

1. Ограниченная задача трех тел.
2. Собственные колебания систем под действием обобщенно-потенциальных и диссипативных сил.
3. Движение однородного шара по плоскости при наличии трения.
4. Магнитогидродинамические волны в несжимаемой идеальной жидкости.
5. Уравнения движения материальной точки вблизи поверхности Земли.
6. Плоскопараллельное движение твердого тела.
7. Симметричный заряженный быстрый волчок в однородном магнитном поле.
8. Уравнения Уиттекера и Якоби.
9. Экстремальное свойство действия по Гамильтону.
10. Об элементарной теории гироскопа.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Примерные вопросы экзамену:

1. Перемещение, скорость, ускорение материальной точки. Законы Ньютона.
2. Законы изменения и сохранения импульса, кинетического момента и энергии материальной точки, системы материальных точек.
3. Одномерное движение. Пример колебаний плоского математического маятника.
4. Интегралы движения материальной точки в центрально-симметричном поле.
5. Вектор Лапласа-Рунге-Ленца.
6. Инфинитные траектории при движении материальной точки в кулоновском поле.
7. Финитные траектории при движении материальной точки в кулоновском поле.
8. Траектория и закон движения материальной точки в центрально-симметричном поле.
9. Точки поворота траектории.
10. Третий закон Кеплера.
11. Основные закономерности движения материальной точки в центрально-симметричном поле.
12. Условие падения частицы на центр.
13. Коррекция траектории движения космических аппаратов.
14. Задача двух тел. Понятие приведенной массы.

15. Система центра масс двух материальных точек.
16. Постановка задачи о рассеянии частиц.
17. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния.
18. Рассеяние частиц в кулоновском поле. Формула Резерфорда.
19. Классификация связей. Идеальные, голономные связи.
20. Действительное, возможное, виртуальное перемещение материальной точки.
21. Основная задача механики системы N материальных точек с k идеальными голономными связями.
22. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
23. Уравнения Лагранжа 1 рода (с реакциями связей).
24. Дифференциальный вариационный принцип Даламбера-Лагранжа (основное уравнение механики).
25. Понятие независимых обобщенных координат.
26. Уравнения Лагранжа 2 рода (в независимых обобщенных координатах).
27. Структура кинетической энергии в независимых обобщенных координатах.
28. Структура обобщенно-потенциальной энергии в независимых обобщенных координатах.
29. Сила Лоренца – пример обобщенно-потенциальной силы.
30. Структура диссипативной функции Рэлея в независимых обобщенных координатах.
31. Принцип виртуальных перемещений.
32. Функция Лагранжа. Система уравнений Лагранжа 2 рода для обобщенно-потенциальных механических систем.
33. Понятие обобщенной силы.
34. Понятие обобщенного импульса, обобщенной энергии.
35. Законы изменения и сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии.
36. Структура обобщенного импульса, обобщенной энергии, функции Лагранжа в обобщенных координатах.
37. Функция Лагранжа линейного гармонического осциллятора.
38. Функция Лагранжа электрического заряда в электромагнитном поле, задаваемом потенциалами A, Φ .
39. Принцип наименьшего действия Гамильтона-Остроградского.
40. Принцип наименьшего действия Мопертюи-Лагранжа для обобщенно-консервативных систем.
41. Теорема Нетер. Однородность времени. Однородность и изотропность пространства.
42. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона.
43. Функция Гамильтона линейного гармонического осциллятора.
44. Функция Гамильтона электрического заряда в электромагнитном поле, задаваемом потенциалами A, Φ .
45. Функция Рауса. Уравнения Рауса.
46. Метод Рауса для систем с циклическими координатами.
47. Фазовое пространство, фазовая траектория. Теорема Лиувилля.
48. Скобка Пуассона, свойства скобки Пуассона.
49. Теорема Якоби-Пуассона.
50. Фазовый портрет линейного гармонического осциллятора.
51. Фазовый портрет математического маятника.
52. Особые точки динамических систем.
53. Особые точки гамильтоновых систем. Сепаратриса.
54. Фазовый портрет осциллятора с затуханием.
55. Метод фазовых портретов в механике (решение задачи о движении материальной точки в кулоновском поле).

56. Метод канинотических преобразований (КП).
57. Производящая функция канонического преобразования.
58. Метод КП в задаче о линейном гармоническом осцилляторе.
59. Интегральные инварианты Пуанкаре.
60. Скобка Лагранжа.
61. Теорема о связи скобок Лагранжа и Пуассона.
62. Фундаментальные скобки Пуассона.
63. Метод уравнения Гамильтона-Якоби.
64. Полный интеграл уравнения Гамильтона-Якоби.
65. Уравнение Гамильтона-Якоби для линейного гармонического осциллятора.
66. Уравнение Гамильтона-Якоби для материальной точки, движущейся в центрально-симметричном поле.
67. Физический смысл полного интеграла.
68. Метод разделения переменных для уравнения Гамильтона-Якоби.
69. Определение полного интеграла для обобщенно-консервативных систем, для систем с циклическими координатами.
70. Оптико-механическая аналогия Гамильтона.
71. Переменные действие-угол.
72. Адиабатический инвариант механической системы.
73. Углы Эйлера.
74. Теорема Эйлера о движении твердого тела с одной неподвижной точкой.
75. Кинематические формулы Эйлера.
76. Связь между скоростями материальной точки относительно двух произвольных систем отсчета.
77. Уравнения движения материальной точки относительно неинерциальной системы отсчета.
78. Законы изменения импульса, кинетического момента и энергии твердого тела.
79. Кинетическая энергия вращения.
80. Тензор инерции.
81. Главные оси инерции.
82. Динамические уравнения Эйлера.
83. Положение равновесия механической системы.
84. Собственные одномерные колебания.
85. Положение устойчивого равновесия системы с s степенями свободы.
86. Система уравнений Лагранжа для механической системы с s степенями свободы в окрестности положения устойчивого равновесия.
87. Нормальные координаты и нормальные колебания.
88. Вынужденные колебания, резонанс.
89. Физически бесконечно малая частица. Тензоры деформаций и скоростей деформаций.
90. Закон сохранения массы и уравнение непрерывности.
91. Поверхностные и объемные силы, тензор напряжения.
92. Закон изменения импульса, закон изменения момента импульса и симметрия тензора напряжений.
93. Уравнение изменения кинетической энергии.
94. Фундаментальная система уравнений сплошной среды.
95. Идеальная жидкость. Уравнения движения идеальной жидкости, уравнение Эйлера.
96. Интегралы Бернулли и Коши. Сохранение циркуляции скорости. Потенциальное течение.
97. Потоки импульса и энергии.
98. Звуковые волны. Волновое уравнение.

99. Ударные волны.
 100. Вязкая жидкость. Тензор напряжений и уравнения движения. Уравнение Навье-Стокса.
 101. Тензор напряжений твердого тела.
 102. Модуль сдвига, модуль объемного сжатия.
 103. Упругие волны в твердом теле.
5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.1 Механика, М., Физматлит, 2007.- 224 с. Имеется в ЭБС "Лань" http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2231
2. Тазюков, Ф.Х., Тазюков, Б.Ф. Задания по курсу "Теоретическая механика. Динамика точки и механической системы". Учебно-методическое пособие / Казан. федер. ун-т, Мех.-мат. фак.; —Казань: [Казанский университет], 2011.-27 с.
3. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. Лань, 2011, 720 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1807

5.2 Дополнительная литература:

1. Стрелков С.П. Механика. Лань, 2005, 560 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=589
2. Сборник коротких задач по теоретической механике. Под ред. Кепе О.Э., Издательство: Лань, ISBN:978-5-8114-0826-9, 3-е изд., стер., 2009, 368 стр. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=183
3. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды, Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика: учебник для студентов высших учебных заведений. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014.—639 с

5.3. Периодические издания:

1. Вестник СПбГУ. Серия: Математика. Механика. Астрономия
2. Журнал прикладной механики и технической физики
3. Журнал технической физики
4. Журнал экспериментальной и теоретической физики
5. Известия ВУЗов. Серия: Физика
6. Инженерная физика
7. Письма в журнал технической физики
8. Прикладная механика
9. Прикладная механика и техническая физика
10. Теоретическая и математическая физика
11. Успехи механики
12. Успехи физических наук
13. Ученые записки Казанского государственного университета: серия: Физико-математические науки

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://www.kubsu.ru/node/1145> Электронные ресурсы библиотеки КубГУ
eLIBRARY – Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

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

Зачет проводится в конце семестра. На зачете оцениваются полученные теоретические и практические знания, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

Не требуется

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

<http://elibrary.ru/eLIBRARY> – Научная электронная библиотека.

<http://www.edu.ru> - Каталог образовательных интернет-ресурсов.

<http://ru.wikipedia.org> - сетевая энциклопедия «Википедия».

<http://www.college.ru> - сайт, содержащий открытые учебники по естественнонаучным дисциплинам.

<http://www.edu.ru> - Российское образование - Федеральный портал.

<http://www.elementy.ru> - сайт, содержащий информацию по всем разделам дисциплины.

<http://www.krugosvet.ru> - сетевая энциклопедия «Кругосвет».

<http://www.naturalscience.ru> - сайт, посвященный вопросам естествознания.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием, лекционная аудитория.