Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ульяновский государственный педагогический университет
имени И.Н. Ульянова»
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования
Кафедра физики и технических дисциплин

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической
работе
_____ И.О. Петрищев
«_31_» _____мая_____ 2019 г.

# ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ

Программа учебной дисциплины модуля
«Физическая космология и астрофизика»

основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки
44.04.01 Педагогическое образование,

направленность (профиль) образовательной программы
Приоритетные направления науки в физическом образовании

(очная форма обучения)

Составитель: Червон С.В.,
доктор физико-математических наук,
профессор, профессор кафедры
физики и технических дисциплин

Рассмотрено и одобрено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «26» апреля 2019 г. № 6

Ульяновск, 2019

**Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Динамические модели темной энергии» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) образовательной программы - Приоритетные направления науки в физическом образовании, очной формы обучения.

Дисциплина «Динамические модели темной энергии» является одной из центральных в системе подготовки магистра, имеет как теоретическое, так прикладное значение. В процессе изучения данного курса магистры осваивают практические навыки применения качественных методов решений динамических уравнений канонических, фантомных и тахионных полей темного сектора; вывода динамических уравнений самогравитирующего массивного скалярного поля в модели Фридмана.

Основными видами занятий являются лекции и практические занятия. Практические занятия позволяют магистрантам приобрести знания и навыки в области качественной теории дифференциальных уравнений и применения этих знаний в решении задачах теоретической физики.

Областями профессиональной деятельности магистров, на которые ориентирует дисциплина, являются исследовательская деятельность и ее приложение в физическом образовании.

Этот курс опирается на знания и навыки, приобретенные в рамках курсов «Космологическая инфляция и темная энергия» и дисциплин по выбору, изученного в период обучения в бакалавриате.

**1. Перечень планируемых результатов обучения (образовательных результатов) по дисциплине**

**Целью** освоения дисциплины является формирование у студентов знаний о содержании и организации учебно-воспитательного процесса по физике в учреждениях среднего и высшего образования; подготовка специалистов к преподаванию физики в средней общеобразовательной, средней и высшей профессиональной школе.

**Задачей** освоения дисциплины является получение магистрантами набора знаний, умений и навыков по методам исследования уравнений динамических моделей темной энергии , по получению решений этих уравнений и физической интерпретации полученных решений.

В результате освоения дисциплины «Динамические модели темной энергии» магистр должен:

**знать** основы линейных систем в пространствах размерности два и больше;

**уметь** выводить динамические уравнения самогравитирующего массивного скалярного поля в модели Фридмана;

**владеть:** качественными методами решений динамических уравнений канонических, фантомных и тахионных полей темного сектора.

В результате освоения программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (в таблице представлено соотнесение образовательных результатов обучения по дисциплине с индикаторами достижения компетенций):

| Компетенция и индикаторы ее достижения в дисциплине | Образовательные результаты дисциплины (этапы формирования дисциплины) | | |
|---|---|---|---|
| | знает | умеет | владеет |
| ПК-5. Способен к обеспечению охраны жизни и здоровья обучающихся в учебно-воспитательном процессе и внеурочной деятельности. | ОР-1 основы линейных систем в пространствах | ОР-3 описывать поведение траекторий динамической системы в | ОР-5 качественными методами решений динамических |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | размерности два и больше<br><br>ОР-2<br>основы методов исследования вырожденных особых точек динамической системы | окрестности вырожденных особых точек<br>ОР-4<br>выводить динамические уравнения самогравитирующего массивного скалярного поля в модели Фридмана | уравнений канонических, фантомных и тахионных полей темного сектора |

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

| Номер семестра | Учебные занятия | | | | | | Форма промежуточной аттестации |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Всего | | Лекции, час | Практические занятия, час | Лабораторные занятия, час | Самостоятельная работа, час | |
| | Трудоемк. | | | | | | |
| | Зач. ед. | Часы | | | | | |
| 4 | 4 | 144 | 4 | 32 | 0 | 81 | |
| Итого: | 4 | 144 | 4 | 32 | 0 | 81 | экзамен |

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

***3.1.Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий***

| **Наименование раздела (темы)** | **Количество часов по формам организации обучения** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Лекц. занятия** | **Лаб. занятия** | **Практ. занятия** | **Самост. работа** |
| 4 семестр | | | | |
| Тема 1. Космологическая динамика и источники поздней инфляции. | 2 | | 6 | 11 |
| Тема 2. Модель квинтэссенции. | | | 4 | 14 |
| Тема 3. К-инфляция. | | | 4 | 14 |
| Тема 4. Тахионные и фантомные поля. | | | 6 | 14 |
| Тема 5. Газ Чаплыгина. | | | 4 | 14 |
| Тема 6. Киральная космологическая модель для описания поздней инфляции. | 2 | | 6 | 14 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Итого по 4 семестру | 4 | | 32 | 81 |
| Всего по дисциплине: | 4 | | 32 | 81 |

### 3.2. Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины

**Тема 1. Методы качественного исследования двумерных динамических систем.**
Понятие о динамических системах. Фазовое пространство динамической системы и его размерность. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений и их классификация. Автономные системы. Методы построения фазовой траектории двумерной динамической системы.

**Тема 2. Линейные системы в пространствах размерности два и больше.**
Линейная замена переменных для линейной системы произвольной размерности. Простые и непростые канонические системы. Классификация линейных систем. Трехмерные и четырехмерные системы.

**Тема 3. Метод исследования вырожденных особых точек динамической системы.**
Общая система ОДУ в n-мерном фазовом пространстве, сведение к автономной системе. Особые точки и их классификация. Поведение траекторий динамической системы в окрестности вырожденных особых точек.

**Тема 4. Фазовый портрет несингулярной космологической модели акад. Старобинского 1980 года.**
Динамические уравнения космологической модели Старобинского. Переход к автономной системе, фазовый портрет.

**Тема 5. Качественное исследование инфляционной стадии в космологических моделях со скалярным полем (Белинский и др., 1985).**
Динамические уравнения самогравитирующего массивного скалярного поля в пространственно-плоской модели Фридмана

**Тема 6. Автономные системы в моделях скалярной темной энергии.**
Автономная форма уравнений космологической динамики для канонического и фантомного полей. Особые точки для экспоненциального потенциала. Автономная форма уравнений космологической динамики для тахионов. Особые точки для обратного квадратичного потенциала.

## 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является особой формой организации учебного процесса, представляющая собой планируемую, познавательно, организационно и методически направляемую деятельность студентов, ориентированную на достижение конкретного результата, осуществляемую без прямой помощи преподавателя. Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям и экзамену. Она предусматривает, как правило, разработку рефератов, написание докладов, выполнение творческих, индивидуальных заданий в соответствии с учебной программой (тематическим планом изучения дисциплины). Тема для такого выступления может быть предложена преподавателем или избрана самим студентом, но материал выступления не должен дублировать лекционный материал. Реферативный материал служит дополнительной информацией для работы на практических занятиях. Основная цель данного вида работы состоит в обучении студентов методам самостоятельной работы с учебным материалом. Для полноты усвоения тем, вынесенных в практические занятия, требуется работа с первоисточниками. Курс предусматривает самостоятельную работу студентов со специальной

литературой. Следует отметить, что самостоятельная работа студентов результативна лишь тогда, когда она выполняется систематически, планомерно и целенаправленно.

Задания для самостоятельной работы предусматривают использование необходимых терминов и понятий по проблематике курса. Они нацеливают на практическую работу по применению изучаемого материала, поиск библиографического материала и электронных источников информации, иллюстративных материалов. Задания по самостоятельной работе даются по темам, которые требуют дополнительной проработки.

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения группового и индивидуального задания.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:
- подготовки отчета по расчетному заданию;
- подготовки ответа на теоретические вопросы;
- подготовки мультимедийных презентаций;
- подготовки реферата.

***Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине***

**Примерные тем рефератов**

1. Понятие о динамических системах. Фазовое пространство динамической системы и его размерность.
2. Автономные системы. Методы построения фазовой траектории двумерной динамической системы.
3. Линейные системы в пространствах размерности два.
4. Линейная замена переменных для линейной системы произвольной размерности.
5. Простые и непростые канонические системы. Классификация линейных систем.
6. Линейные системы в пространствах размерности три.
7. Линейные системы в пространствах размерности четыре.
8. Общая система ОДУ в n-мерном фазовом пространстве, сведение к автономной системе.
9. Особые точки и их классификация.
10. Динамические уравнения космологической модели Старобинского. Переход к автономной системе, фазовый портрет.
11. Динамические уравнения самогравитирующего массивного скалярного поля в пространственно-плоской модели Фридмана.
12. Автономная форма уравнений космологической динамики для канонического и фантомного полей. Особые точки для экспоненциального потенциала.
13. Особые точки для обратного квадратичного потенциала.

***Для самостоятельной подготовки к занятиям по дисциплине рекомендуется использовать учебно-методические материалы:***


1. Червон С.В., Аббязов Р.Р. Теоретические основы киральной космологической модели/ Червон С.В., Аббязов Р.Р. – Ульяновск, ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2014 – 76 с.
2. Кошелев Н.А., Николаев А.В., Червон С.В. Основы f(R) теории гравитаии / Кошелев Н.А., Николаев А.В., Червон С.В. – Ульяновск, ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2015 – 38 с.

3. С.В. Червон, И.В. Фомин, А.С. Кубасов. Скалярные и киральные поля в космологии/ С.В. Червон, И.В. Фомин, А.С. Кубасов – Ульяновск, ФГБОУ ВПО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2015 – 216 с.
4. Математический аппарат физики: в 3 ч. Ч. I. Основы дифференциального и интегрального исчисления. Учебник для вузов/ С.В. Червон и др. – Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2016 – 275 с.

## 5. Примерные оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Организация и проведение аттестации студента

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку у бакалавра компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки бакалавров необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентностного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

**Цель проведения аттестации** – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

Оценочными средствами текущего оценивания являются: доклад, тесты по теоретическим вопросам дисциплины, защита практических работ и т.п. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на практических (семинарских, лабораторных) занятиях.

| № п/п | **СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ,** используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции | Образовательные результаты дисциплины |
|---|---|---|
| 1. | **Оценочные средства для текущей аттестации**<br>ОС 1 устные ответы на теоретические вопросы к практическим занятиям;<br>ОС-2 – рефераты по тематике учебной дисциплины;<br>ОС-3 – мультимедийная презентация по тематике учебной дисциплины; | ОР-1<br>Знает основы линейных систем в пространствах размерности два и больше<br>ОР-2<br>Знает основы методов исследования вырожденных особых точек динамической системы<br>ОР-3<br>Умеет описывать поведение траекторий динамической системы в окрестности вырожденных особых точек |

| | | |
|---|---|---|
| 2. | **Оценочные средства для промежуточной аттестации зачет (экзамен)**<br><br>ОС-4 Экзамен в форме устного собеседования | ОР-4<br>Умеет выводить динамические уравнения самогравитирующего массивного скалярного поля в модели Фридмана<br>ОР-5<br>Владеет качественными методами решений динамических уравнений канонических, фантомных и тахионных полей темного сектора |

Описание оценочных средств и необходимого оборудования (демонстрационного материала), а так же процедуры и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования в процессе освоения образовательной программы представлены в Фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

***Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине***

Материалы для организации текущей аттестации представлены в п.5 программы.

***Материалы, используемые для промежуточного контроля успеваемости обучающихся по дисциплине***

**ОС-4 Экзамен в форме устного собеседования**

**Примерные вопросы к экзамену**

1. Понятие о динамических системах. Фазовое пространство динамической системы и его размерность.
2. Автономные системы. Методы построения фазовой траектории двумерной динамической системы.
3. Линейные системы в пространствах размерности два.
4. Линейная замена переменных для линейной системы произвольной размерности.
5. Простые и непростые канонические системы. Классификация линейных систем.
6. Линейные системы в пространствах размерности три.
7. Линейные системы в пространствах размерности четыре.
8. Общая система ОДУ в n-мерном фазовом пространстве, сведение к автономной системе.
9. Особые точки и их классификация.
10. Поведение траекторий динамической системы в окрестности вырожденных особых точек.
11. Динамические уравнения космологической модели Старобинского. Переход к автономной системе, фазовый портрет.
12. Динамические уравнения самогравитирующего массивного скалярного поля в пространственно-плоской модели Фридмана.
13. Автономная форма уравнений космологической динамики для канонического и фантомного полей. Особые точки для экспоненциального потенциала.
14. Автономная форма уравнений космологической динамики для тахионов. Особые точки для обратного квадратичного потенциала.

**Критерии оценивания знаний обучающихся по дисциплине**

*Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся*

| Семестр | | Посещение лекций | Посещение лабораторных занятий | Работа на лабораторных занятиях и текущий контроль | Контрольная работа (реферат) | Экзамен |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Разбалловка по видам работ | 2 * 1= 2 балла | 32* 1 = 32 балла | 208 баллов | 80 баллов | 78 баллов |
| | Суммарный максимальный балл | 2 балла | 34 балла | 242 балла | 322 баллов | 400 баллов |

По результатам промежуточных аттестаций засчитывается трудоёмкость в зачётных единицах. Магистр по учебной дисциплине получает оценку согласно следующей таблице:

**Критерии оценивания знаний магистра на экзамене**

| Баллы (4 зачётные единицы) | |
|---|---|
| «отлично» | 361-400 |
| «хорошо» | 281-360 |
| «удовлетворительно» | 201-280 |
| «неудовлетворительно» | 0-200 |

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное изучение курса требует от обучающихся посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Запись **лекции** – одна из форм активной самостоятельной работы обучающихся, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки. В конце лекции преподаватель оставляет время (5 минут) для того, чтобы обучающиеся имели возможность задать уточняющие вопросы по изучаемому материалу. Из-за недостаточного количества аудиторных часов некоторые темы не удается осветить в полном объеме, поэтому преподаватель, по своему усмотрению, некоторые вопросы выносит на самостоятельную работу студентов, рекомендуя ту или иную литературу. Кроме этого, для лучшего освоения материала и систематизации знаний по дисциплине, необходимо постоянно разбирать материалы лекций по конспектам и учебным пособиям. В случае необходимости обращаться к преподавателю за консультацией.

**Подготовка к практическим занятиям.**

При подготовке к практическим занятиям студент должен изучить теоретический материал по теме занятия (использовать конспект лекций, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, при необходимости дополнить конспект, делая в нем соответствующие записи из литературных источников). В случае затруднений, возникающих при освоении теоретического материала, студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале практического занятия преподаватель знакомит студентов с темой, оглашает план проведения занятия, выдает задания. В течение отведенного времени на выполнение работы студент может обратиться к преподавателю за консультацией или разъяснениями. В конце занятия проводится прием выполненных заданий, собеседование со студентом.

Результаты выполнения практических зданий оцениваются в баллах, в соответствии с балльно-рейтинговой системой университета.

**Лекционный курс (4 семестр)**

Лекция 1. Космологическая динамика и источники поздней инфляции

Лекция 2. Киральная космологическая модель для описания поздней инфляции

**Темы практических занятий (4 семестр)**

Практическое занятие 1. Методы качественного исследования двумерных динамических систем

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 2. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений и их классификация

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 3. Методы построения фазовой траектории двумерной динамической системы

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 4. Линейная замена переменных для линейной системы произвольной размерности

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 5. Классификация линейных систем

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 6. Метод исследования вырожденных особых точек динамической системы.

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 7. Особые точки и их классификация. Поведение траекторий динамической системы в окрестности вырожденных особых точек

План:

1. Изучение теории по теме.

2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 8. Фазовый портрет несингулярной космологической модели акад. Старобинского 1980 года

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 9. Фазовый портрет несингулярной космологической модели акад. Старобинского 1980 года

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 10. Переход к автономной системе, фазовый портрет.

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 11. Динамические уравнения самогравитирующего массивного скалярного поля в пространственно-плоской модели Фридмана

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 12. Динамические уравнения самогравитирующего массивного скалярного поля в пространственно-плоской модели Фридмана

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 13. Автономная форма уравнений космологической динамики для канонического и фантомного полей

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

Практическое занятие 14. Автономная форма уравнений космологической динамики для тахионов

План:

1. Изучение теории по теме.
2. Численное решение физических задач по теме.

Обсуждение на практическом занятии тем, выделенных на лекции.

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная литература**


1. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика [Текст] : в 10 т. : [учеб.пособие для физ. спец. ун-тов]. Т. II : Теория поля. - 8-е изд., стер. / Е. М. Лифшиц; под ред. Л.П. Питаевского. - Москва :Физматлит, 2003. - 533 с. : ил. - ISBN 5-9221-0056-4 :
2. Левитан, Ефрем Павлович. Физика Вселенной : экскурс в проблему [Текст] . - 3-е изд. - Москва : Либроком : УРСС, 2008. - 181 с. - Список лит.: с. 179-181. - ISBN 978-5-397-00427-5 :
3. Азимов, Айзек. Вселенная. От плоской Земли до квазаров [Текст] / пер. с англ. П.С. Гурова. - Москва : Мир, 1969. - 352 с. : ил., 8 л. ил.
4. Квантовая механика в космологических моделях де Ситтера / О.В. Веко; К.В. Дашук; В.В. Кисель; Е.М. Овсиюк; В.М. Редьков. -Минск :Беларускаянавука, 2016. - 515 с. - ISBN 978-985-08-2027
   URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467632


**Дополнительная литература**


1. Астрофизика космических лучей [Текст] / под ред. В. Л. Гинзбурга. - Москва : Наука, 1984. - 358 с. : ил. - Список лит.: с. 339-358.
2. Гинзбург Виталий Лазаревич. Космические лучи у Земли и во Вселенной [Текст] . - Изд. 2-е, доп. и перераб. - Москва : Наука, 1967. - 96 с.
3. Топильская, Г. П. Внутреннее строение и эволюция звезд : учебное пособие / Г.П. Топильская. - М.|Берлин :Директ-Медиа, 2015. - 271 с. - ISBN 978-5-4475-3997-9.
   URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273674


**Интернет-ресурсы**

1) biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – электронная библиотека, обеспечивающая доступ высших и средних учебных заведений, публичных библиотек и корпоративных пользователей к наиболее востребованным материалам учебной и научной литературы по всем отраслям знаний от ведущих российских издательств. Ресурс содержит учебники, учебные пособия, монографии, периодические издания, справочники, словари, энциклопедии.
2) els.ulspu.ru – сайт ЭБС Научная библиотека Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, содержащий ссылки на образовательные (электронно-библиотечные системы, каталог библиотечных сайтов, методические рекомендации) и научные ресурсы (научные электронные библиотеки, научные электронные издательства).
3) bibl.ulspu.ru - сайт научной библиотеки Ульяновского государственного педагогического университета имени И. Н. Ульянова, содержащие электронный каталог книг и журналов.
4) Электронная библиотека портала РФФИ http://www.rfbr.ru/,
5) Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/,
6) Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ http://lib.mexmat.ru/,
7) Образовательный проект А. Н. Варгина http://www.ph4s.ru/book_nano.html,
8) Международный научно-образовательный сайт EqWorld: http://eqworld.ipmnet.ru/, http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm EqWorld – мир математических уравнений. Учебно-образовательная физико-математическая библиотека. Электронная библиотека содержит DjVu- и PDF-файлы учебников, учебных пособий, сборников задач и упражнений, конспектов лекций, монографий, справочников и диссертаций по математике, механике и физике. Все материалы присланы авторами и читателями или взяты из Интернета (из www архивов открытого доступа),
9) Электронная библиотека GOOGLE: http://books.google.ru/,

10) Электронная библиотека издательства "Венец" http://venec.ulstu.ru/lib/.
11) Интернет-версия журнала "Успехи физических наук" http://ufn.ru/.
12) Информационно-справочная и поисковая система http://www.phys.msu.ru/ официальный сайт физического факультета Московского государственного университета,
13) http://www.scirus.com/ поисковая система Scirus,
14) http://www.physics.ru/ сайт по физике интегрирует содержание учебных компьютерных курсов компании ФИЗИКОН, выпускаемых на компакт-дисках, и индивидуальное обучение через Интернет–тестирование и электронные консультации,
15) http://www.physbook.ru/ электронный учебник физики.
16) *Научная электронная библиотека*. Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp.
17) *Журналы института физики*. Режим доступа: http://www.iop.org/EJ/.
18) Журналы американского физического общества. Режим доступа: http://publish.aps.org/.
19) *База данных научных журналов*. Режим доступа: http://www.sciencedirect.com/.
20) *Книги и журналы издательства Шпрингер*. Режим доступа: http://www.springer.com/.