

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**ПРИРОДА ТЁМНОЙ МАТЕРИИ**

### 3 Семестр

## Раздел 1 Исторический обзор. Астрономические и астрофизические проявления тёмной материи.

### 1.1 Контроль по итогам (КИ) - 8 Неделя

Контроль и оценка по первому разделу курса проводится по результатам соответствующего обязательного текущего контроля.

В качестве текущей оценки успеваемости студентов используется контрольная работа по материалу, изложенному в соответствующем блоке. Контрольная работа (КР) включает несколько вопросов по курсу. Ответы на вопросы должны соответствовать материалам, изложенным в лекциях и учебных пособиях по курсу. Для аттестации соответствующего блока студент должен дать правильные ответы на вопросы (максимальная сумма баллов за раздел – 25, минимальная – 15, максимальный балл за контрольную работу – 25).

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Т	Тест	Средство проверки теоретических знаний и умений по первому разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам.

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл– минимальный балл
Т	Тест	Дан правильный ответ на вопрос №1 контрольной работы.	5	25-15
		Дан правильный ответ на вопрос №2 контрольной работы.	6	
		Дан правильный ответ на вопрос №3 контрольной работы.	7	
		Дан правильный ответ на вопрос №4 контрольной работы.	7	

### Тест (25 баллов).

#### Вариант № 1.

- 1) Классификация галактик и их скоплений.
- 2) Кривые вращения галактик.
- 3) Проявления темной материи при сильном линзировании.
- 4) Слабовзаимодействующие массивные частицы – WIMP's.

#### Вариант № 2.

- 1) Структура и свойства галактик и их скоплений.
- 2) Модель триаксиального темного гало и обзор методов его изучения.
- 3) Проявления темной материи при слабом линзировании.

- 4) Стабильные или квазистабильные частицы в SUSY теориях.

### Вариант № 3.

- 1) Трёхкомпонентная структура дисковых галактик.
- 2) Кинематика звёздных дисков их неустойчивость, образование спирального узора.
- 3) Проявления темной материи при микролинзировании.
- 4) Лёгкие долгоживущие частицы. Аксионы.

### Test № 1 (25 points).

#### Variant №1.

- 1) Classification of galaxies and their clusters.
- 2) Rotation curves of galaxies.
- 3) Manifestations of dark matter with strong lensing.
- 4) Weakly interacting massive particles - WIMP's.

#### Variant №2.

- 1) Structure and properties of galaxies and their clusters.
- 2) Triaxial dark halo model and review of methods for its study.
- 3) Manifestations of dark matter with weak lensing.
- 4) Stable or quasi-stable particles in SUSY theories.

#### Variant №3.

- 1) Three-component structure of disk galaxies.
- 2) Kinematics of stellar disks, their instability, the formation of a spiral pattern.
- 3) Manifestations of dark matter during microlensing.
- 4) Lightweight long-lived particles. Axions.

## 1.2 Контрольная работа (к.р) - 8 Неделя

В качестве текущей оценки успеваемости студентов используется контрольная работа по материалу, изложенному в соответствующем блоке. Контрольная работа (КР) включает несколько вопросов по курсу. Ответы на вопросы должны соответствовать материалам, изложенным в лекциях и учебных пособиях по курсу. Для аттестации соответствующего блока студент должен дать правильные ответы на вопросы (максимальная сумма баллов за раздел – 25, минимальная – 15, максимальный балл за контрольную работу – 25).

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
КР1	Контрольная работа	Средство проверки теоретических знаний и умений по первому разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам.

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл– минимальный балл
КР1	Контрольная работа	Дан правильный ответ на вопрос №1 контрольной работы.	5	25-15

		Дан правильный ответ на вопрос №2 контрольной работы.	6	
		Дан правильный ответ на вопрос №3 контрольной работы.	7	
		Дан правильный ответ на вопрос №4 контрольной работы.	7	

## Контрольная работа № 1 (25 баллов).

### Вариант № 1.

- 5) Классификация галактик и их скоплений.
- 6) Кривые вращения галактик.
- 7) Проявления темной материи при сильном линзировании.
- 8) Слабовзаимодействующие массивные частицы – WIMP's.

### Вариант № 2.

- 5) Структура и свойства галактик и их скоплений.
- 6) Модель триаксиального темного гало и обзор методов его изучения.
- 7) Проявления темной материи при слабом линзировании.
- 8) Стабильные или квазистабильные частицы в SUSY теориях.

### Вариант № 3.

- 5) Трёхкомпонентная структура дисковых галактик.
- 6) Кинематика звёздных дисков их неустойчивость, образование спирального узора.
- 7) Проявления темной материи при микролинзировании.
- 8) Лёгкие долгоживущие частицы. Аксионы.

## Test № 1 (25 points).

### Variant №1.

- 5) Classification of galaxies and their clusters.
- 6) Rotation curves of galaxies.
- 7) Manifestations of dark matter with strong lensing.
- 8) Weakly interacting massive particles - WIMP's.

### Variant №2.

- 5) Structure and properties of galaxies and their clusters.
- 6) Triaxial dark halo model and review of methods for its study.
- 7) Manifestations of dark matter with weak lensing.
- 8) Stable or quasi-stable particles in SUSY theories.

### Variant №3.

- 5) Three-component structure of disk galaxies.
- 6) Kinematics of stellar disks, their instability, the formation of a spiral pattern.
- 7) Manifestations of dark matter during microlensing.
- 8) Lightweight long-lived particles. Axions.

## Раздел 2 Космологические проявления тёмной материи. Модели тёмной материи и их экспериментальная проверка.

### 2.1 Контроль по итогам (КИ) - 15 Неделя

Контроль и оценка по второму разделу курса проводится по результатам соответствующего обязательного текущего контроля.

В качестве текущей оценки успеваемости студентов используется контрольная работа по материалу, изложенному в соответствующем блоке. Контрольная работа (КР) включает несколько вопросов по курсу. Ответы на вопросы должны соответствовать материалам, изложенным в лекциях и учебных пособиях по курсу. Для аттестации соответствующего блока студент должен дать правильные ответы на вопросы (максимальная сумма баллов за раздел – 25, минимальная – 15, максимальный балл за контрольную работу – 25).

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Т	Тест	Средство проверки теоретических знаний и умений по второму разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам.

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл– минимальный балл
Т	Тест	Дан правильный ответ на вопрос №1 контрольной работы.	5	25-15
		Дан правильный ответ на вопрос №2 контрольной работы.	6	
		Дан правильный ответ на вопрос №3 контрольной работы.	7	
		Дан правильный ответ на вопрос №4 контрольной работы.	7	

### Тест № 2 (25 баллов).

#### Вариант № 1.

- 9) Влияние частиц тёмной материи на нуклеосинтез.
- 10) Поиски темной материи в прямых экспериментах.
- 11) Скалярно-тензорная гравитация.
- 12) Пятимерная теория Калуцы.

#### Вариант № 2.

- 9) Гравитационное удержание материи. Формирование звёзд и галактик.
- 10) Косвенные поиски темной материи. Космические лучи, гамма-излучение и нейтрино.
- 11) Модели с дополнительными измерениями.

12) Системы отсчёта в ОТО. Монадный метод.

### Вариант № 3.

- 9) Влияние тёмной материи на формирование крупномасштабной структуры.
- 10) Экспериментальная проверка альтернативных законов гравитации.
- 11) Квантовые теории гравитации.
- 12) Появление новых частиц в моделях с дополнительными измерениями.

### Test № 2 (25 points).

#### Variant №1.

- 9) Influence of dark matter particles on nucleosynthesis.
- 10) Search for dark matter in direct experiments.
- 11) Scalar-tensor gravity.
- 12) The five-dimensional theory of Kaluza.

#### Variant №2.

- 1) Gravitational retention of matter. Formation of stars and galaxies.
- 2) Indirect search for dark matter. Cosmic rays, gamma rays and neutrinos.
- 3) Models with additional dimensions.
- 4) Reference systems in GR. monad method.

#### Variant №3.

- 9) The influence of dark matter on the formation of a large-scale structure.
- 10) Experimental verification of alternative laws of gravity.
- 11) Quantum theories of gravity.
- 12) Appearance of new particles in models with extra dimensions.

## 2.2 Контрольная работа (к.р) - 15 Неделя

В качестве текущей оценки успеваемости студентов используется контрольная работа по материалу, изложенному в соответствующем блоке. Контрольная работа (КР) включает несколько вопросов по курсу. Ответы на вопросы должны соответствовать материалам, изложенным в лекциях и учебных пособиях по курсу. Для аттестации соответствующего блока студент должен дать правильные ответы на вопросы (максимальная сумма баллов за раздел – 25, минимальная – 15, максимальный балл за контрольную работу – 25).

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
КР2	Контрольная работа	Средство проверки теоретических знаний и умений по второму разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам.

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл– минимальный балл
КР2	Контрольная	Дан правильный ответ на вопрос	5	25-15

	работа	№1 контрольной работы.		
		Дан правильный ответ на вопрос №2 контрольной работы.	6	
		Дан правильный ответ на вопрос №3 контрольной работы.	7	
		Дан правильный ответ на вопрос №4 контрольной работы.	7	

## Контрольная работа № 2 (25 баллов).

### Вариант № 1.

- 13) Влияние частиц тёмной материи на нуклеосинтез.
- 14) Поиски темной материи в прямых экспериментах.
- 15) Скалярно-тензорная гравитация.
- 16) Пятимерная теория Калуцы.

### Вариант № 2.

- 13) Гравитационное удержание материи. Формирование звёзд и галактик.
- 14) Косвенные поиски темной материи. Космические лучи, гамма-излучение и нейтрино.
- 15) Модели с дополнительными измерениями.
- 16) Системы отсчёта в ОТО. Монадный метод.

### Вариант № 3.

- 13) Влияние тёмной материи на формирование крупномасштабной структуры.
- 14) Экспериментальная проверка альтернативных законов гравитации.
- 15) Квантовые теории гравитации.
- 16) Появление новых частиц в моделях с дополнительными измерениями.

## Test № 2 (25 points).

### Variant №1.

- 13) Influence of dark matter particles on nucleosynthesis.
- 14) Search for dark matter in direct experiments.
- 15) Scalar-tensor gravity.
- 16) The five-dimensional theory of Kaluza.

### Variant №2.

- 5) Gravitational retention of matter. Formation of stars and galaxies.
- 6) Indirect search for dark matter. Cosmic rays, gamma rays and neutrinos.
- 7) Models with additional dimensions.
- 8) Reference systems in GR. monad method.

### Variant №3.

- 13) The influence of dark matter on the formation of a large-scale structure.
- 14) Experimental verification of alternative laws of gravity.
- 15) Quantum theories of gravity.
- 16) Appearance of new particles in models with extra dimensions.

## 3 Семестр

### Зачет с оценкой

В конце семестра после освоения соответствующих разделов дисциплины студент сдает зачет. На зачете студенту предлагается самостоятельно вынуть из колоды два вопроса и на специальном бланке в течение одного академического часа подготовить ответы на вопросы.

### Примерный список вопросов для проведения промежуточного контроля по дисциплине «Природа темной материи»

#### **Раздел 1. Исторический обзор. Астрономические и астрофизические проявления тёмной материи.**

- 1) Классификация, структура, свойства галактик и их скоплений.
- 2) Трёхкомпонентная структура дисковых галактик.
- 3) Поверхностная яркость галактик. Вертикальная и горизонтальная шкала диска.
- 4) Галактики с доминирующей ТМ. Взаимодействующие галактики.
- 5) Кривые вращения галактик, дисперсия скоростей звёзд и динамика газа.
- 6) Модель триаксиального темного гало и обзор методов его изучения.
- 7) Свойства E-галактик, галактики-спутники и приливные потоки.
- 8) Кинематика звёздных дисков их неустойчивость, образование спирального узора.
- 9) Проявления ТМ при сильном линзировании.
- 10) Проявления ТМ при слабом линзировании.
- 11) Холодная, горячая и тёплая тёмная материя.
- 12) Тёплая тёмная материя. Эволюция нейтринной компоненты.
- 13) Слабовзаимодействующие массивные частицы – WIMP's.
- 14) Стабильные или квазистабильные частицы в SUSY теориях.
- 15) Лёгкие долгоживущие частицы. Аксионы.
- 16) Сверхтяжёлые реликтовые частицы. Топологические дефекты во Вселенной.

#### **Раздел 2. Космологические проявления тёмной материи. Модели тёмной материи и их экспериментальная проверка.**

- 1) Влияние частиц тёмной материи на нуклеосинтез.
- 2) Гравитационная неустойчивость тёмной материи на ранних этапах эволюции.
- 3) Спектры возмущений тёмной материи фридмановских миров.
- 4) Гравитационное удержание материи. Формирование звёзд и галактик.
- 5) Влияние тёмной материи на формирование крупномасштабной структуры.
- 6) Поиски ТМ на ускорителях.
- 7) Поиски ТМ в прямых экспериментах.
- 8) Косвенные поиски. Космические лучи, гамма-излучение и нейтрино.
- 9) Экспериментальная проверка альтернативных законов гравитации.
- 10) Модели расширенных теорий гравитаций с дополнительными измерениями.
- 11) Квантовые теории гравитации.
- 12) Уравнения Эйнштейна, Максвелла и Клейна-Фока. Объединение в рамках 5-мерия
- 13) Системы отсчёта в ОТО. Монадный метод.
- 14) Пятимерная теория Калуцы.
- 15) Геометризация электрослабых (7-мерие) и сильных (8-мерие) взаимодействий.

16) Космологические эффекты в моделях с дополнительными измерениями.

### **Критерии общей оценки:**

Менее 30 баллов Оценка *неудовлетворительно* (2F) ставится, если студент не смог продемонстрировать ключевые знания и навыки по данной дисциплине.

40-30 Оценка *удовлетворительно* (3E, 3D) ставится, если студент продемонстрировал ключевые знания и навыки, но не смог продемонстрировать углубленное понимание взаимосвязей между основными понятиями по данной дисциплине, что может выражаться в неуверенном ответе на вопросы преподавателя.

45-40 баллов Оценка *хорошо* (4D, 4C, 4B) ставится, если студент продемонстрировал ключевые знания и навыки, продемонстрировал углубленное понимание взаимосвязей между основными понятиями дисциплины, что может выражаться в уверенном ответе на вопросы преподавателя, но не смог сразу разъяснить особенности взаимосвязи между изучаемыми в данной дисциплине законами и моделями. Решил задачу.

50-45 баллов Оценка *отлично* (5A) ставится, если студент продемонстрировал ключевые знания и навыки, продемонстрировал углубленное понимание взаимосвязей между основными понятиями и смог разъяснить особенности взаимосвязи между изучаемыми в данной дисциплине законами и моделями, что может выражаться в уверенных ответах на дополнительные вопросы преподавателя. Правильно решил задачу.

## **An approximate list of questions for conducting intermediate control in the discipline "Nature of dark matter"**

### **Section 1. Historical review. Astronomical and astrophysical manifestations of dark matter.**

- 1) Classification, structure, properties of galaxies and their clusters.
- 2) Three-component structure of disk galaxies.
- 3) Surface brightness of galaxies. Vertical and horizontal dial scale.
- 4) Galaxies with dominant dark matter. interacting galaxies.
- 5) Rotation curves of galaxies, stellar velocity dispersion and gas dynamics.
- 6) Triaxial dark halo model and review of methods for its study.
- 7) Properties of E-galaxies, satellite galaxies and tidal streams.
- 8) Kinematics of stellar disks, their instability, the formation of a spiral pattern.
- 9) Manifestations of dark matter with strong lensing.
- 10) Manifestations of dark matter with weak lensing.
- 11) Cold, hot and warm dark matter.
- 12) Warm dark matter. Evolution of the neutrino component.
- 13) Weakly interacting massive particles - WIMP's.
- 14) Stable or quasi-stable particles in SUSY theories.
- 15) Light long-lived particles. Axions.
- 16) Superheavy relic particles. Topological defects in the Universe.

### **Section 2. Cosmological manifestations of dark matter. Dark matter models and their experimental verification.**

- 1) Influence of dark matter particles on nucleosynthesis.
- 2) Gravitational instability of dark matter in the early stages of evolution.
- 3) Perturbation spectra of dark matter in Friedmann's worlds.
- 4) Gravitational retention of matter. Formation of stars and galaxies.

- 5) Influence of dark matter on the formation of a large-scale structure.
- 6) Search for dark matter on accelerators.
- 7) Search for dark matter in direct experiments.
- 8) Indirect searches. Cosmic rays, gamma rays and neutrinos.
- 9) Experimental verification of alternative laws of gravity.
- 10) Models of extended gravity theories with extra dimensions.
- 11) Quantum theories of gravity.
- 12) Equations of Einstein, Maxwell and Klein-Fock. Association within the 5-dimension
- 13) Reference systems in GR. monad method.
- 14) Five-dimensional theory of Kaluza.
- 15) Geometrization of electroweak (7-dimensional) and strong (8-dimensional) interactions.
- 16) Cosmological effects in models with extra dimensions.