

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Волков Валентина Ивановна  
Должность: декан Физико-технического факультета  
Дата подписания: 17.06.2026 16:21:05  
Уникальный программный ключ:  
c973b0192bb96e0e4a132bd03e035754508b4cc0

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физико-технического факультета  
канд. физ.-мат. наук, доц. Волкова В.И.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Спектроскопия атмосфер звезд

Направленность (профиль)  
Форма обучения  
Год начала обучения  
Реализуется в \_6\_ семестре

Физика Земли и космоса  
очная  
2026

## **Введение**

1. Назначение для организации текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации при оценивании уровня приобретенных компетенций у будущих бакалавров дисциплине «Спектроскопия атмосфер звезд»

2. ФОС является приложением к программе дисциплины «Спектроскопия атмосфер звезд»

3. Разработчик:

4. Проведена экспертиза ФОС.

Члены экспертной группы:

Члены экспертной группы:

Председатель:

д-р физ.-мат. наук, доц. Закинян А. Р., заведующий кафедрой теоретической и математической физики.

Члены комиссии:

канд. физ.-мат. наук, доц. Волкова В.И., доцент кафедры теоретической и математической физики.

канд. физ.-мат. наук, доц. Смерек Ю.Л., доцент кафедры теоретической и математической физики.

Представитель организации-работодателя: ведущий метеоролог Ставропольского ЦГМС Бадахова Г.Х.

Экспертное заключение: фонд оценочных средств соответствует ОП ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, направленность (профиль) «Физика Земли и космоса» и рекомендуется для оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Спектроскопия атмосфер звезд».

Экспертное заключение рекомендовано к использованию в учебном процессе

5. Срок действия ФОС определяется сроком реализации образовательной программы.

# 1. Описание критериев оценивания компетенции на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Компетенция (ии), индикатор (ы)                                                                                                                                                                                | Уровни сформированности компетенции(ий)                                                                                                                                                           |                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                | Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла                                                                                                                                    | Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла                                                                                        | Средний уровень (хорошо) 4 балла                                                                                                     | Высокий уровень (отлично) 5 баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b><i>ПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики и математики для постановки и решения научно-исследовательских и прикладных задач в своей профессиональной деятельности</i></b>          |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Результаты обучения по дисциплине (модулю):<br>Индикатор:<br>ИД-1ПК-1 способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике исследования. | При решении задач в своей профессиональной деятельности не способен применять основные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует поверхностные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует достаточные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Знает методики получения, передачи и обработки сигналов, полученных на современных телескопах, приемниках излучения, а также знает методики работы с программами обработки данных наблюдений. Умеет применять полученные знания и методики при работе с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. |
| ИД-2ПК-1 использует знания в области медицинской физики для разработки методов нахождения решения поставленных профессиональных задач.                                                                         | При решении задач в своей профессиональной деятельности не способен применять основные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует поверхностные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует достаточные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Знает методики получения, передачи и обработки сигналов, полученных на современных телескопах, приемниках излучения, а также знает методики работы с программами обработки данных наблюдений. Умеет применять полученные знания и методики при работе                                                                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                      | с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ИД-3 <sub>ПК-1</sub><br>Способен адекватно применить математический инструментарий при формулировке моделирующих физических процесс уравнений.                                                                                                                                                                                                   | При решении задач в своей профессиональной деятельности не способен применять основные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует поверхностное навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует достаточные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Знает методики получения, передачи и обработки сигналов, полученных на современных телескопах, приемниках излучения, а также знает методики работы с программами обработки данных наблюдений. Умеет применять полученные знания и методики при работе с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. |
| ИД-4 <sub>ПК-1</sub><br>Владеет методологией теоретического, математического и численного моделирования физических процессов, объектов и явлений с использованием как общепринятых методов теоретического и математического моделирования, стандартных пакетов автоматизированного проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных | При решении задач в своей профессиональной деятельности не способен применять основные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует поверхностное навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует достаточные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Знает методики получения, передачи и обработки сигналов, полученных на современных телескопах, приемниках излучения, а также знает методики работы с программами обработки данных наблюдений. Умеет применять полученные знания и методики при работе с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| методов и программ.                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b><i>ПК-3 Понимает логику проектной деятельности и способен, используя междисциплинарные и фундаментальные знания, осуществлять планирование и разработку этапов проектной деятельности, а также достигать поставленных целей при решении задач в области медицинской физики.</i></b> |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| ИД-1ПК-3<br>понимает стратегию и тактику проектной деятельности как целенаправленной, системной, профессиональной деятельности                                                                                                                                                         | При решении задач в своей профессиональной деятельности не способен применять основные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует поверхностные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует достаточные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Знает методики получения, передачи и обработки сигналов, полученных на современных телескопах, приемниках излучения, а также знает методики работы с программами обработки данных наблюдений. Умеет применять полученные знания и методики при работе с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. |
| ИД-2ПК-3<br>умеет применять приобретенные знания, умения и навыки в своей проектной деятельности;                                                                                                                                                                                      | При решении задач в своей профессиональной деятельности не способен применять основные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует поверхностные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует достаточные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Знает методики получения, передачи и обработки сигналов, полученных на современных телескопах, приемниках излучения, а также знает методики работы с программами обработки данных наблюдений. Умеет применять полученные знания и методики при работе с современными телескопами, приемниками излучения и программами                              |

|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                                                                                      | обработки данных наблюдений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| ИД-З <sub>ПК-3</sub><br>Способен прогнозировать результаты и ставить цели и задачи разрабатываемого проекта; | При решении задач в своей профессиональной деятельности не способен применять основные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует поверхностные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Демонстрирует достаточные навыки работы с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. | Знает методики получения, передачи и обработки сигналов, полученных на современных телескопах, приемниках излучения, а также знает методики работы с программами обработки данных наблюдений. Умеет применять полученные знания и методики при работе с современными телескопами, приемниками излучения и программами обработки данных наблюдений. |

Оценивание уровня сформированности компетенции по дисциплине осуществляется на основе «Положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры - в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет» в актуальной редакции.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

| Номер задания    | Правильный ответ | Содержание вопроса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Компетенция |
|------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>5 семестр</b> |                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |
| Номер задания    | Правильный ответ | Содержание вопроса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Компетенция |
| 1.               |                  | Назовите два слоя в атмосфере и их особенности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ПК -1       |
| 2.               |                  | Напишите уравнение переноса в самом общем виде.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | ПК -1       |
| 3.               |                  | Сформулируйте основные положения метода Шустера-Шварцшильда.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ПК -1       |
| 4.               |                  | Дайте определение интегрально-показательной функции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ПК -1       |
| 5.               |                  | Получите закон Кирхгоффа-Планка.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК -1       |
| 6.               |                  | Получите связь интегрального потока излучения с эффективной температурой звезды.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ПК -1       |
| 7.               |                  | Напишите формулу Больцмана.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК -1       |
| 8.               |                  | Что выражает формула Саха?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ПК -1       |
| 9.               |                  | Назовите процессы, приводящие к непрерывному поглощению.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК -1       |
| 10.              |                  | Напишите формулу Крамерса для свободно – свободных переходов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ПК -1       |
| 11.              |                  | Каков физический смысл Эйнштейновских коэффициентов?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ПК -1       |
| 12.              |                  | Что выражает уравнение гидростатического равновесия?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ПК -1       |
| 13.              | 1                | <b>1. Какой механизм переноса энергии работает в атмосферах звезд?</b><br>1. конвекция;<br>2. теплопроводность;<br>3. излучение;<br>4. все перечисленные.                                                                                                                                                                                                                                                                 | ПК -1       |
| 14.              | 2                | <b>2. Что называется серым приближением?</b><br>1. приближение, в котором учитывается только излучение в видимой части спектра;<br>2. допущение о том, что коэффициент поглощения вещества не зависит от частоты излучения;<br>3. метод расчета, пренебрегающий рассеянием света в фотосфере;<br>4. приближение, при котором фотосфера считается полностью прозрачной для всех длин волн.                                 | ПК -1       |
| 15.              | 3                | <b>3. Что называется потенциалом возбуждения?</b><br>1. энергия, необходимая для полного отрыва электрона от атома;<br>2. разность энергий между основным и возбужденным состоянием атома;<br>3. минимальная энергия, которую необходимо сообщить атому, чтобы перевести его из основного состояния в состояние с заданным квантовым числом;<br>4. энергия связи электрона в атоме на самом нижнем энергетическом уровне. | ПК -1       |

|           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |
|-----------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 16.       | 4 | <p><b>4. Что называется микротурбулентным движением?</b></p> <p>1. крупномасштабные конвективные потоки, переносящие энергию из недр звезды в фотосферу;</p> <p>2. хаотические движения мелких газовых элементов, масштаб которых меньше длины свободного пробега фотона;</p> <p>3. упорядоченное вращение звездных атмосфер вокруг оси звезды;</p> <p>4. турбулентные вихри, масштаб которых значительно превышает длину свободного пробега фотона и приводит к уширению спектральных линий.</p>                           | ПК -1 |
| 17.       | 2 | <p><b>5. Что называется флюоресценцией?</b></p> <p>1. процесс, при котором атом поглощает фотон и затем испускает фотон той же энергии, но в случайном направлении;</p> <p>2. процесс, при котором атом, поглотив фотон с высокой энергией, переходит в возбужденное состояние, а затем испускает один или несколько фотонов с меньшей энергией;</p> <p>3. излучение света веществом исключительно за счет его высокой температуры;</p> <p>4. процесс испускания фотонов при рекомбинации свободного электрона с ионом.</p> | ПК -1 |
| 6 семестр |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |
| 1.        |   | Назовите два слоя в атмосфере и их особенности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ПК -3 |
| 2.        |   | Напишите уравнение переноса в самом общем виде.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | ПК -3 |
| 3.        |   | Сформулируйте основные положения метода Шустера-Шварцшильда.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ПК -3 |
| 4.        |   | Дайте определение интегрально-показательной функции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК -3 |
| 5.        |   | Получите закон Кирхгоффа-Планка.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК -3 |
| 6.        |   | Получите связь интегрального потока излучения с эффективной температурой звезды.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК -3 |
| 7.        |   | Напишите формулу Больцмана.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ПК -3 |
| 8.        |   | Что выражает формула Саха?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ПК -3 |
| 9.        |   | Назовите процессы, приводящие к непрерывному поглощению.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ПК -3 |
| 10.       |   | Напишите формулу Крамерса для свободно – свободных переходов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ПК -3 |
| 11.       |   | Каков физический смысл Эйнштейновских коэффициентов?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК -3 |
| 12.       |   | Что выражает уравнение гидростатического равновесия?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК -3 |
| 13.       | 1 | <p><b>1. Какой механизм переноса энергии работает в атмосферах звезд?</b></p> <p>1. конвекция;</p> <p>2. теплопроводность;</p> <p>3. излучение;</p> <p>4. все перечисленные.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК -3 |
| 14.       | 2 | <p><b>2. Что называется серым приближением?</b></p> <p>1. приближение, в котором учитывается только излучение в видимой части спектра;</p> <p>2. допущение о том, что коэффициент поглощения вещества не зависит от частоты излучения;</p> <p>3. метод расчета, пренебрегающий рассеянием света в фотосфере;</p> <p>4. приближение, при котором фотосфера считается полностью прозрачной для всех длин волн.</p>                                                                                                            | ПК -3 |

|     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|-----|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 15. | 3 | <p><b>3. Что называется потенциалом возбуждения?</b></p> <p>1.энергия, необходимая для полного отрыва электрона от атома;</p> <p>2.разность энергий между основным и возбужденным состоянием атома;</p> <p>3.минимальная энергия, которую необходимо сообщить атому, чтобы перевести его из основного состояния в состояние с заданным квантовым числом;</p> <p>4.энергия связи электрона в атоме на самом нижнем энергетическом уровне.</p>                                                                            | ПК -3 |
| 16. | 4 | <p><b>4. Что называется микротурбулентным движением?</b></p> <p>1.крупномасштабные конвективные потоки, переносящие энергию из недр звезды в фотосферу;</p> <p>2.хаотические движения мелких газовых элементов, масштаб которых меньше длины свободного пробега фотона;</p> <p>3.упорядоченное вращение звездных атмосфер вокруг оси звезды;</p> <p>4.турбулентные вихри, масштаб которых значительно превышает длину свободного пробега фотона и приводит к уширению спектральных линий.</p>                           | ПК -3 |
| 17. | 2 | <p><b>5. Что называется флюоресценцией?</b></p> <p>1.процесс, при котором атом поглощает фотон и затем испускает фотон той же энергии, но в случайном направлении;</p> <p>2.процесс, при котором атом, поглотив фотон с высокой энергией, переходит в возбужденное состояние, а затем испускает один или несколько фотонов с меньшей энергией;</p> <p>3.излучение света веществом исключительно за счет его высокой температуры;</p> <p>4.процесс испускания фотонов при рекомбинации свободного электрона с ионом.</p> | ПК -3 |

## **2. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций**

### **1. Критерии оценивания компетенций\***

Оценка «*отлично*» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Оценка «*хорошо*» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «*удовлетворительно*» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «*неудовлетворительно*» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено.

### **2. Описание шкалы оценивания**

Успеваемость студентов оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

### **3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

#### **Вопросы для собеседования**

#### **Тема 1 «Основные уравнения звездных фотосфер»**

1. Что называется атмосферой звезды?
2. Как определяется верхняя граница атмосферы?
3. Назовите два слоя в атмосфере и их особенности.
4. Какой механизм переноса энергии работает в атмосферах звезд?
5. Перечислите характеристики поля излучения, дайте им определения и напишите их размерности.
6. Напишите уравнение, связывающее плотность излучения и интенсивность.
7. Напишите уравнение, связывающее поток излучения и интенсивность.
8. Напишите уравнение переноса в самом общем виде.
9. Сформулируйте условие лучистого равновесия.
10. Напишите уравнение лучистого равновесия.
11. Напишите уравнение переноса в сферических координатах.
12. Напишите уравнение переноса в сферических координатах для тонких

атмосфер.

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

### **Тема 2. «Теория звездных фотосфер в сером приближении»**

1. Что называется серым приближением?
2. Напишите граничные условия для серого приближения.
3. Сформулируйте основные положения метода Шустера-Шварцшильда
4. Напишите решение для функции источника методом Шустера-Шварцшильда.
5. Напишите точное решение уравнения переноса в сером приближении.
6. Напишите уравнение Милана.
7. Напишите точное уравнение для потока.
8. Дайте определение интегрально-показательной функции.
9. Как можно проверить правильность решений, полученных в разных приближениях?

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

### **Тема 3. «Локальное Термодинамическое Равновесие»**

1. Получите закон Кирхгоффа-Планка
2. Напишите функцию Планка.
3. Докажите, что тело в полном термодинамическом равновесии не излучает.
4. Вычислите выходящий поток излучения абсолютно черного тела в пустоте.
5. Получите закон Стефана-Больцмана.
6. Что подразумевает приближение ЛТР?
7. Дайте определение эффективной температуре звезды.
8. Найдите зависимость температуры от глубины при ЛТР в приближении Шустера-Шварцшильда.
9. Получите связь интегрального потока излучения с эффективной температурой звезды.
10. Получите формулу распределения выходящего потока по частоте и по диску звезд.

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

#### **Тема 4. «Возбуждение и ионизация в условиях ЛТР»**

1. Напишите формулу Больцмана.
2. Что называется статистическим весом?
3. Сформулируйте словами, что выражает формула Больцмана.
4. Что называется потенциалом возбуждения?
5. Как определяется статистическая сумма?
6. Перепишите формулу Больцмана с использованием статистической суммы.
7. Что называется потенциалом ионизации?
8. Напишите формулу Саха.
9. Что выражает формула Саха?

#### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

#### **Тема 5. «Поглощение в непрерывном спектре»**

1. Назовите процессы, приводящие к непрерывному поглощению.
2. Когда происходит истинное поглощение, а когда – рассеяние?
3. Дайте определение коэффициенту поглощения на единицу объема, на одну частицу и на единицу массы вещества.
4. Напишите формулу Крамерса для свободно – свободных переходов.
5. Напишите функцию распределения свободных электронов по скоростям.
6. Напишите выражение для коэффициента поглощения на единицу объема вследствие свободно – свободных переходов.
7. Напишите формулу Крамерса для связанно – свободных переходов.
8. Напишите выражение для коэффициента поглощения на единицу объема вследствие связанно – свободных переходов.
9. Что происходит при отрицательном поглощении?
10. Каков физический смысл Эйнштейновских коэффициентов?
11. Напишите формулы, связывающие Эйнштейновские коэффициенты.
12. Напишите выражение для полного объемного коэффициента поглощения отрицательным ионом водорода.
13. Назовите виды рассеяния в звездных атмосферах.  
Напишите объемные коэффициенты поглощения для них.

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

### **Тема 7. «Гидростатическое равновесие»**

1. Что выражает уравнение гидростатического равновесия?
2. Напишите уравнение гидростатического равновесия.
3. Из чего складывается полное давление?
4. В чем причина давления излучения?
5. Напишите уравнение для давления излучения.
6. Выразите давление излучения через локальную температуру.
7. Что называется микротурбулентным движением?

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

### **Тема 7. «Модели атмосфер звезд»**

1. Перечислите исходные параметры, необходимые для построения модели атмосферы звезды.
2. Сформулируйте физические предположения, принимаемые для упрощения задачи.
3. Перечислите физические предположения на первой итерации
4. Перечислите последовательность действий на первой итерации.
5. Как выполняется коррекция распределения температуры с глубиной?
6. Перечислите причины возможной расходимости итерационного процесса.
7. Напишите выражение для предельной светимости звезды (светимость Эддингтона).

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

## **Тема 8. «Коэффициент поглощения в линии»**

1. Перечислите механизмы уширения линий.
2. Почему возникает естественное уширение?
3. Напишите формулу для изменения населенности уровня вследствие спонтанных переходов.
4. Какие линии называются резонансными и субординатными?
5. Напишите выражение для коэффициента поглощения вследствие естественного уширения.
6. В чем причина доплеровского уширения линий?
7. Напишите выражение для коэффициента поглощения в линии вследствие 2-х механизмов уширения: естественного и доплеровского.
8. Чем определяется профиль линии в ядре и в крыльях?
9. Напишите функцию Фойгта и ее аппроксимацию для ядра и крыльев.
10. Назовите механизмы уширения вследствие взаимодействия.
11. Взаимодействие каких частиц приводит к линейному эффекту Штарка, квадратичному эффекту Штарка и к эффекту Ван-дер-Ваальса?

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

## **Тема 9. «Образование линий поглощения при ЛТР»**

1. Дайте определение остаточной интенсивности линии.
2. Дайте определение эквивалентной ширины линии.
3. За счет каких процессов возникают линии поглощения?
4. Какие линии видны, а какие не видны на краю диска Солнца и почему?
5. В каких звездах эффективен механизм истинного поглощения, а в каких – рассеяния?
6. Напишите уравнение переноса в линии.
7. Почему возникает некогерентное рассеяние?
8. Что называется флюоресценцией?

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

## **Тема 10. «Линии поглощения при когерентном рассеянии»**

1. Перечислите упрощающие предположения, необходимые для получения аналитической формулы для функции источника в линии, напишите эту формулу.
2. Для каких случаев применима модель с обращающим слоем?
3. Сформулируйте граничные условия для модели с обращающим слоем.
4. Напишите формулу для остаточной интенсивности в линии.
5. Объясните, как ведут себя линии с увеличением числа поглощающих частиц.

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

## **Тема 11. «Кривая роста»**

1. Что называют кривой роста?
2. От каких параметров зависит эквивалентная ширина линии?
3. Что можно определить методом кривой роста?
4. Напишите формулу для слабых линий.
5. Напишите формулу для насыщенных линий без крыльев.
6. Напишите формулу для насыщенных линий с крыльями.
7. Дать определение поверхностного магнитного поля.
8. Как магнитное поле влияет на линии?
9. Что означает блендирование линий?

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

## **Тема 12. «Уширение линий вращением звезды»**

1. Какие механизмы уширения линий меняют их эквивалентные ширины, а какие нет и почему?
2. Почему вращение звезды приводит к уширению спектральных линий?
3. Напишите формулу для вычисления профиля линии во вращающихся звездах.
4. Что необходимо знать для вычисления профиля линии во вращающихся звездах?
5. Напишите закон потемнения диска к краю для Солнца.
6. Какую информацию о вращении звезд можно получить из наблюдений и

как?

7. Что называют критической скоростью вращения?
8. Получите выражение для критической скорости вращения.
9. В чем особенности Ве звезд?
10. Как вращается Солнце?
11. Почему гиганты поздних спектральных классов вращаются быстрее, чем звезды главной последовательности тех же спектральных классов?

### **Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если правильно ответил на все вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сделал ошибки в ответах на некоторые вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответил правильно на половину вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не ответил правильно ни на один вопрос.

### **Тема 13. «Учет отклонений от ЛТР»**

1. Для каких звезд отклонения от ЛТР велики и почему?
2. Для каких линий отклонения от ЛТР надо учитывать во всех звездах?
3. К изменению каких физических законов приводят отклонения от ЛТР?
4. Напишите уравнение статического равновесия для  $i$ -го уровня.
5. Напишите выражение для вероятности радиативных переходов вверх.
6. Напишите выражение для вероятности радиативных переходов вниз.
7. Напишите выражение для вероятностей столкновительных переходов.