

Приложение 2 к РПД
Физика атмосферы и гидросферы
05.06.01 Науки о Земле
Направленность (профиль): Науки об атмосфере и климате
набор 2021 года

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

1. Общие сведения

1.	Кафедра	философии, социальных наук и права социального обеспечения
2.	Направление подготовки	05.06.01 Науки о Земле
3.	Направленность (профиль)	Науки об атмосфере и климате
4.	Дисциплина (модуль)	Б1.В.02 Вычислительная физика
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2021

2. Перечень компетенций

ОПК-1: способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

ПК-1: владение системой фундаментальных и прикладных знаний в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн

УК-1: способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

3. Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования (стандартная таблица)

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
Простейшие математические модели физики и основные понятия математического моделирования физических процессов	УК-1	- методы анализа и оценки современных научных достижений	- осуществлять критический анализ и оценку современных научных достижений, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	- навыком анализа и оценки современных научных достижений, генерации идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	решение тестов
Получение моделей из фундаментальных законов природы	ПК-1, ОПК-1	- категории, понятия, термины, используемые в предметной области	- самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	- навыком осуществления научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;	дискуссия
Численные методы решения моделирующих уравнений	ПК-1, ОПК-1	- категории, понятия, термины, используемые в предметной области	- самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием	- навыком осуществления научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов	выполнение индивидуального творческого задания

			современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	исследования и информационно-коммуникационных технологий;	
Математическое моделирование околоземной среды	ПК-1, ОПК-1	- категории, понятия, термины, используемые в предметной области	самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	системой фундаментальных и прикладных знаний в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн	выполнение индивидуального творческого задания
Современные глобальные математические модели верхней атмосферы Земли	УК-1, ПК-1, ОПК-1	- способы осуществления научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	- самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	- навыком осуществления научно-исследовательской деятельности в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;	выполнение индивидуального творческого задания

Итого предполагается следующие обязательные формы контроля этапов освоения компетенции: решение тестов, выполнение индивидуальных творческих заданий, дискуссия.

Шкала оценивания в рамках балльно-рейтинговой системы

«неудовлетворительно» – 60 баллов и менее;

«удовлетворительно» – 61-80 баллов

«хорошо» – 81-90 баллов

«отлично» – 91-100 баллов

4. Критерии и шкалы оценивания

4.1. Оценка теста

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-90	91-100
Количество баллов за решенный тест	2	3	4	5

4.2. Оценка участия аспиранта в дискуссии

Наименование критерия	Баллы
Активность в подготовке основного выступления	0-1
Участие в вопросах к оппонентам	0-1
Участие в ответах на вопросы оппонентов	0-1
Этичность и качество ведения дискуссии	0-1
Мах. количество баллов	4
Штрафные баллы (нарушение правил ведения дискуссии, некорректность поведения и т.д.)	До -4

4.3. Оценка выполнения аспирантом индивидуального творческого задания

Характеристики	Максимальное количество баллов
Результат задания соответствует цели	2
Аспирант понял задание	2
Аспирант изложил решение полно и четко	2
Сделаны конкретные выводы	2
Максимальное количество баллов	8

4.4. Оценка работы на практических занятиях

Баллы за 1 практическое занятие	Характеристики работы студента
3	<ul style="list-style-type: none">- аспирант глубоко и всесторонне усвоил проблематику;- уверенно, логично, последовательно и грамотно излагает материал, практически не прибегая к опорным конспектам;- аспирант стремится участвовать в обсуждении каждого пункта плана практического занятия.- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им положения;- делает самостоятельные выводы и обобщения;- свободно владеет понятиями- активно участвует в обсуждении кейс-заданий
2	<ul style="list-style-type: none">- аспирант усвоил проблематику;- уверенно, логично, последовательно и грамотно излагает материал, прибегая к опорным конспектам;- аспирант стремится участвовать в обсуждении большинства пунктов плана практического занятия.- обосновывает и аргументирует выдвигаемые им положения;- пытается делать самостоятельные выводы и обобщения;- свободно владеет понятиями- участвует в обсуждении кейс-заданий
1	<ul style="list-style-type: none">- аспирант в целом усвоил проблематику;- допускает отдельные неточности в ответе;- аспирант стремится участвовать в обсуждении ряда пунктов плана

	<p>практического занятия.</p> <ul style="list-style-type: none"> - уверенно, логично, последовательно и грамотно излагает материал, только с помощью опорного конспекта, не может излагать материал без продолжительного отрыва от него; - пытается аргументировать выдвигаем им положения; - пытается делать выводы и обобщения; - владеет системой основных понятий - мало участвует в обсуждении кейс-заданий
0,5	<ul style="list-style-type: none"> - аспирант слабо освоил проблематику; - допускает отдельные неточности в ответе; - аспирант стремится участвовать в обсуждении только отдельных пунктов плана практического занятия. - излагает материал, только с помощью опорного конспекта или иного источника, не может излагать материал без продолжительного отрыва от него; - испытывает трудности с аргументацией выдвигаемых им положений; - не пытается делать выводы и обобщения; - владеет некоторыми понятиями - практически не участвует в обсуждении кейс-заданий
0	<ul style="list-style-type: none"> - аспирант практически не усвоил проблематики; - в ответе допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; - не может аргументировать высказываемые положения; - не формулирует выводов и обобщений; - не владеет понятийным аппаратом - пробует эпизодически участвовать в обсуждении отдельных пунктов плана ИЛИ не работает на семинаре. - не участвует в обсуждении кейс-заданий.

4.5. Оценка ответа аспиранта на экзамене.

Оценка	Характеристики ответа аспиранта
отлично	<p>Ответ заслуживает отличной оценки в том случае, если экзаменуемый обнаруживает знания, в полной мере отвечающие предъявляемым к ответу требованиям. Это знание классических работ в области вычислительной физики, рекомендованных Программой, а также основной и дополнительной литературы; умение выделять существенное, главное при анализе вопроса, понимание принятых допущений, границ применимости.</p> <p>Отличная оценка отражает свободную ориентацию в вычислительных методах, применяемых для решения задач моделирования физических явлений. Ответы на все вопросы, в том числе и дополнительные должны обнаруживать умение самостоятельно осуществлять научную деятельность, владение системой фундаментальных и прикладных знаний в области физики средней и верхней атмосферы Земли, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн, способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях. По форме, ответ, претендующий на отличную оценку, должен излагаться уверенно, логически стройно, свободно.</p>
хорошо	<p>Хорошая оценка характеризует тот ответ, который в целом удовлетворяет вышеперечисленным критериям, но не в полной степени.</p>

	Оценка «хорошо» ставится в том случае, когда экзаменуемый обнаруживает прочные знания в объеме настоящей Программы, знание работ в области вычислительной физики из списка основной литературы, понимание принятых допущений, границ применимости. Ответ должен быть достаточно аргументирован, вопросы глубоко и осмысленно изложены с использованием принятой терминологии.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется за то, что ответ экзаменуемого соотносится с основными требованиями, т.е. у него имеются твердые знания в объеме учебной программы по дисциплине Вычислительная физика, знание основных принципов, методов, терминологии. Удовлетворительная оценка выставляется за «знание в целом».
неудовлетворительно	Неудовлетворительная оценка выставляется тогда, когда ответ не удовлетворяет хотя бы одному из требований или отсутствует знание основных перечисленных в программе дисциплины методов вычислительной физики.

5. Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

1. Элементарные математические модели. Фундаментальные законы природы. Вариационные принципы. Применение аналогий при построении моделей. Иерархический подход к построению моделей. Нелинейность математических моделей. Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов природы.
2. Законы сохранения. Сохранение массы вещества, уравнение непрерывности. Сохранение числа частиц. Сохранение энергии.
3. Процессы теплопередачи. Уравнение баланса тепла. Постановка типичных краевых условий для уравнения теплопроводности.
4. Основные понятия теории теплового излучения. Уравнение переноса излучения.
5. Предварительные понятия газовой динамики. Уравнение неразрывности для сжимаемого газа. Уравнения движения газа. Уравнение энергии.
6. Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике. Уравнения движения механической системы в форме Ньютона. Уравнения движения в форме Лагранжа. Вариационный принцип Гамильтона.
7. Уравнения физики плазмы и магнитной гидродинамики. Плазма как сплошная среда.
8. Основные уравнения магнитной гидродинамики. Модель двух жидкостей. Плазма как система независимых частиц.
9. Решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона и его модификация. Методы простых итераций. Численное дифференцирование.
10. Интерполяция функций. Кусочно-линейная интерполяция. Интерполяционный полином. Сплайн-интерполяция. Интерполяция конечными элементами.
11. Численное интегрирование. Разностные уравнения. Сеточные функции. Решение разностных краевых задач для уравнений второго порядка.
12. Разностные уравнения как операторные уравнения. Численное решение систем линейных алгебраических уравнений. Системы линейных алгебраических уравнений. Прямые методы. Итерационные методы.

13. Решение нелинейных уравнений. Разностные методы решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.
14. Основные понятия теории разностных схем. Однородные трёхточечные разностные схемы. Консервативные разностные схемы. Однородные схемы на неравномерных сетках. Методы построения разностных схем.
15. Задача Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Рунге-Кутты. Мношаговые схемы. Методы Адамса.
16. Аппроксимация задачи Коши для системы линейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Устойчивость двухслойной схемы.
17. Нелинейные краевые задачи. Метод стрельбы. Спектральная задача Штурма-Лиувилля. Решение нелинейных краевых задач методом Ньютона.
18. Метод дифференциальной прогонки. Прогонка в разностной задаче Штурма-Лиувилля.
19. Одномерные уравнения газовой динамики и их численное интегрирование. Обобщённые решения уравнений газовой динамики. Римановы инварианты, их характеристики.
20. Разрывные решения уравнений газовой динамики. Метод Годунова. Расчёт ударных волн. Искусственная вязкость.
21. Нелинейное уравнение теплопроводности. Приближённое решение двумерных задач газовой динамики с теплопроводностью.
22. Математическое моделирование как метод исследования нейтральной атмосферы, ионосферы и магнитосферы Земли.
23. Система уравнений, моделирующих ионосферную плазму в гидродинамическом приближении.
24. Преобразования вида моделирующих уравнений для нейтральных компонент. Среднемассовая и диффузионная скорости. Учёт турбулентности. Кинетическое уравнение для сверхтепловых электронов.
25. Плазмосфера. Среднеширотная F2-область. Области E и F1. Учёт электромагнитных дрейфов. Интегрирование по дрейфовым траекториям. Начальные и граничные условия. Методы решения моделирующих уравнений.
26. Математическое моделирование процессов в ионосфере и высотного распределения ионосферных параметров. Фотохимические процессы в ионосфере. Процессы ионизации.
27. Химия малых нейтральных составляющих. Колебательно-возбуждённый молекулярный азот. Упрощённые фотохимические модели.
28. Модели солнечного ионизирующего и диссоциирующего излучения. Модели электрических полей.
29. Модели потоков высыпающихся энергичных частиц.
30. Эмпирические модели термосферы.
31. Ионосферная модель Шунка и Сойки (Университет Штата Юта, США). Модель Роббла (Национальный центр атмосферных исследований, Боулдер, США).
32. Модель ионосферы и термосферы Колесника, Королёва, Голикова (Томский и Якутский университеты). Модель Фуллер-Рауэлла (Лондонский Университетский Колледж и Шеффилдский Университет, Великобритания).
33. Модель Калининградской обсерватории ИЗМИРАН.
34. Международная справочная модель ионосферы IRI – International Reference Ionosphere – и ее версии (IRI 2007, IRI 2012, IRI 2016).
35. Полуэмпирическая модель D-слоя ионосферы Земли FIRI-2018.
36. Эмпирическая модель нейтрального состава NRL MSISE и ее обновление MSIS2.0.

37. Модель горизонтальных ветров HWM – Horizontal Wind Model – и ее версии (HWM93, HWM07, HWM14).
38. Высокширотная версия глобальной численной модели верхней атмосферы Земли (ПГИ-МГТУ, Мурманск). Структурная схема модели. Координатные сетки. Блок расчёта параметров нейтральной атмосферы и нижней ионосферы. Блок расчёта параметров F2-области и плазмосферы. Магнитосферный блок. Блок расчёта электрических полей. Начальные и граничные условия. Входные параметры. Выходные параметры.

5.2. Типовое тестовое задание.

1. Моделирующие уравнения модели Верхней атмосферы Земли UAM для заряженных компонент F2-области ионосферы решаются в следующей системе координат:

- а) геомагнитной дипольной
- б) геомагнитной сферической
- в) нет верного ответа

2. В модель Верхней атмосферы Земли UAM в полуэмпирическом режиме проведения расчетов включены следующие термосферные модели:

- а) MSIS 90
- б) NRL MSISE 00
- в) MSIS 2.0

3. Модель FIRI-2018 является моделью:

- а) невозмущенного D-слоя ионосферы
- б) возмущенного D-слоя ионосферы
- в) невозмущенного F-слоя ионосферы

4. Модель IRI является:

- а) самосогласованной (теоретической)
- б) эмпирической
- в) нет правильного ответа

5. Существуют следующие модификации методов Рунге-Кутты:

- а) явные
- б) неявные
- в) нет правильного ответа

6. Метод Ньютона решения системы линейных уравнений обладает:

- а) глобальной сходимостью
- б) локальной сходимостью
- в) нет правильного ответа

Ключ к тестовым заданиям

1	2	3	4	5	6
а	б	а	б	аб	б

5.3. Типовое задание для дискуссии.

Организация дискуссии осуществляется по определенным правилам, которые озвучивает преподаватель.

Примеры заданий для дискуссии:

«Изучите целесообразность проведения численного эксперимента с использованием модели Верхней атмосферы Земли UAM с шагом по времени менее 5 минут. Результат обоснуйте.»

5.4. Типовое задание для индивидуального творческого задания.

Сформируйте начальные условия для проведения численного эксперимента для заданной даты с использованием глобальной модели Верхней атмосферы Земли UAM. Осуществите моделирование для заданного периода, выполните интерпретацию и сопоставление модельного результата с наблюдениями.