

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан геолого-географического
факультета



П. А. Тишин

« ___ » _____ 20__ г.

Протокол № 7 от 22 июня 2023

**Фонд оценочных средств
по дисциплине**

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ПОГОДЫ

Направление подготовки
05.03.04 Гидрометеорология

Направленность (профиль) подготовки:
«Метеорология»

Томск-2023

Фонд оценочных средств соответствует ОС НИ ТГУ по направлению подготовки 05.03.04 Гидрометеорология, учебному плану направления подготовки 05.03.04 Гидрометеорология, направленности (профиля) «Метеорология» и рабочей программе по данной дисциплине.

Полный фонд оценочных средств по дисциплине хранится на кафедре метеорологии и климатологии.

Разработчики ФОС:

доцент кафедры метеорологии
и климатологии, канд. геогр. наук

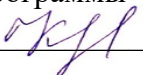
Л.И. Кижнер

доцент кафедры метеорологии
и климатологии, канд. физ.-мат. наук

К.Н. Пустовалов

Экспертиза фонда оценочных средств проведена учебно-методической комиссией факультета, протокол №7 от 22.06.2023 г.

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры метеорологии и климатологии, №144 от 26.06.2023 г

Руководитель бакалаврской программы «Гидрометеорология», доцент кафедры метеорологии и климатологии  — И.В. Кужевская

Формируемые компетенции

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ПК-2 – Способен решать задачи в области оперативной гидрометеорологии, охраны атмосферы и гидросферы.
- ОПК-4 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Таблица 1 – Уровни освоения компетенций и критерии их оценивания

Компетенция	Результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания результатов освоения дисциплины			
		Повышенный (отлично)	Достаточный (хорошо)	Пороговый (удовлетворительно)	Допороговый (неудовлетворительно)
ПК-2	ИПК-2.1 – Способность применять накопленные знания о влиянии и диапазоне воздействия погоды и климата на жизнь, общество и окружающую среду в целом; понимать последствия природопользования и антропогенных воздействий на водные объекты, погоду и климат	Способен применять накопленные знания о влиянии и диапазоне воздействия погоды и климата на жизнь, общество и окружающую среду в целом; понимать последствия природопользования и антропогенных воздействий на водные объекты, погоду и климат	Способен применять накопленные знания о влиянии и диапазоне воздействия погоды и климата на жизнь, общество и окружающую среду в целом; понимать последствия природопользования и антропогенных воздействий на водные объекты, погоду и климат, но допускает ошибки	Способен применять накопленные знания о влиянии и диапазоне воздействия погоды и климата на жизнь, общество и окружающую среду в целом; понимать последствия природопользования и антропогенных воздействий на водные объекты, погоду и климат, но допускает грубые ошибки	Не способен

ИОПК-4	ИОПК-4.1 – Умение применять современную вычислительную технику и программное обеспечение для решения стандартных задач в практической и профессиональной деятельности.	Умеет применять современную вычислительную технику и программное обеспечение для решения стандартных задач в практической и профессиональной деятельности.	Умеет применять современную вычислительную технику и программное обеспечение для решения стандартных задач в практической и профессиональной деятельности, но допускает ошибки.	Умеет применять современную вычислительную технику и программное обеспечение для решения стандартных задач в практической и профессиональной деятельности, но допускает грубые ошибки.	Не умеет
--------	--	--	---	--	----------

Таблица 2 - Этапы формирования компетенции в курсе

№	Раздел дисциплины	Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства
1	Гидрометеорологическая информация и её первичная обработка. Усвоение гидрометеорологической информации. Численный анализ	ИОПК-4.1 ИПК-2.1	Устные ответы на знание теории. Лабораторные работы.
2	Прогностические модели атмосферы.	ИПК-4.1	Устные ответы на знание теории. Лабораторные работы.
3	Применение пакета MATLAB в задачах численного анализа и прогноза погоды.	ИПК-4.1	Устные ответы на знание теории. Лабораторные работы.
4	Краткосрочный и среднесрочный численный прогноз погоды.	ИПК-4.1	Устные ответы на знание теории. Лабораторные работы. Ответы на вопросы к лекции А.В. Кислова.
5	Прогноз ансамблей, предсказуемость атмосферных процессов, оценка качества прогноза.	ИПК-4.1 ИПК-2.1	Устные ответы на знание теории. Лабораторные работы. «Круглый стол».

Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

ПК-2

1. Изучение лекционного материала по темам 1, 5 таблицы 2.

2. Лабораторные работы № 1-10.

Лабораторные работы включают изучение теоретической части и решение задач (после ознакомления с теорией).

3. Устный 10-минутный опрос на лекции по пройденной теме.

4. «Круглый стол» по пройденному материалу, который проводится после прохождения теории дисциплины.

1. Изучаются лекции № 1-3, 7. Материалы размещены в курсе «Численные методы анализа и прогноза погоды» СДО Moodle (<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23158>).

Требуется также изучение теоретического материала учебной и научной литературы.

Рекомендуемая литература дана в Программе дисциплины и СДО Moodle.

2. Пример лабораторной работы № 2. «Контроль метеорологических данных и исключение грубых погрешностей».

Указана цель работы, рассмотрены основные теоретические положения и методика выявления грубых погрешностей.

Задание 1. По данным 30 среднесуточных значений температуры воздуха найти ошибочные значения температуры воздуха для следующих доверительных вероятностей: 0,99; 0,999; 0,95; 0,90. Найти среднее значение и стандартное отклонение для исходного ряда, представленного в таблице.

Задание 2. Используя данные задания 1, для случая $P=0,90$ исключить ошибочные значения, вновь рассчитать среднее и стандартное отклонение и еще раз проверить ряд на наличие грубых ошибок. Какой вывод можно сделать?

Задание 3. Подумайте и объясните, какой недостаток имеют формулы для контроля данных? Какие моменты Вы добавили бы еще для выполнения процедуры контроля?

3. Примерные вопросы на усвоение теоретического материала.

1. Назовите основные статистические характеристики, используемые при обработке исходных данных для численного прогноза погоды?
2. Что такое математическая модель атмосферы?
3. Классификация моделей по разным признакам
4. Виды проекций, используемых в численном прогнозе погоды.
5. Масштабы атмосферных колебаний.

4. Примерные вопросы «Круглого стола»

1. Виды наблюдений, используемых в численном моделировании.
2. Временные ряды и их структура.
3. Классификация атмосферных колебаний.
4. Особенности метеорологических процессов. Методы выявления структуры метеорологических рядов.
5. Общемировые проекции и их применение в моделировании погоды и климата
6. Классификация метеорологических прогнозов.
7. Классификация прогнозов погоды по масштабу.

8. Моделирование региональных и глобальных процессов.
9. Наиболее известные прогностические центры.
10. Какие модели Вы знаете (названия, страна).
11. Какие уравнения используются в математическом моделировании?
12. От чего зависит ошибка прогноза (почему прогнозы не являются точными).
13. Что такое ансамблевый прогноз? Отличие ансамблевого прогноза от детерминированного.
14. Какие возможности появляются при использовании ансамблевого прогноза?
15. Воспроизведение современного климата и оценка его будущих изменений.
16. Математические модели климатической системы (что заложено в основу численных прогнозов будущего климата).
17. Что вы знаете о качестве современных прогностических моделей?
18. Приоритетные задачи в области развития технологий прогноза погоды.
19. Какую роль играет производная в численных методах прогноза погоды?

ИОПК-4.

1. Изучение лекционного материала по темам 1–5 таблицы 2.

2. Лабораторные работы № 1-10.

Лабораторные работы включают изучение теоретической части и решение задач (после ознакомления с теорией).

3. Устный 10-минутный опрос на лекции по пройденной теме.

4. Ответы на вопросы к лекции А.В. Кислова.

5. «Круглый стол» по пройденному материалу, который проводится после прохождения теории дисциплины.

1. Изучаются лекции № 4-6, 7. Материалы размещены в курсе «Численные методы анализа и прогноза погоды» СДО Moodle (<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23158>).

Требуется также изучение теоретического материала учебной и научной литературы.

Рекомендуемая литература дана в Программе дисциплины и СДО Moodle.

2. Пример лабораторной работы № 10. «Баротропная модель прогноза геопотенциала».

Указана цель работы, рассмотрены основные теоретические положения и и способы решения уравнений тенденции вихря скорости. Пример задания:

Задание 1. Величины f в точках, изображенных на рис. 1, равны: $f_0 = 2,0 \cdot 10^{-15}$; $f_1 = 2,3 \cdot 10^{-15}$; $f_2 = 3,0 \cdot 10^{-15}$; $f_3 = 2,7 \cdot 10^{-15}$; $f_4 = 2,4 \cdot 10^{-15}$; $f_5 = 2,5 \cdot 10^{-15}$; $f_6 = 2,7 \cdot 10^{-15}$; $f_7 = 2,8 \cdot 10^{-15}$; $f_8 = 2,6 \cdot 10^{-15}$.

Найти по методу Белоусова величину q_0 , δH и значение H_t , если $H_0 = 516$ гп.дам, $\Delta t = 1,5$ ч, шаг сетки равен 300 км.

3. Примерные вопросы на усвоение теоретического материала.

1. Краткосрочный численный прогноз погоды.
2. Среднесрочный численный прогноз погоды.
3. Ансамблевый прогноз. Что это такое?
4. Назовите современные системы оперативного мезомасштабного прогноза погоды, что они собой представляют.

5. Какие характеристики используются для оценки качества численных прогнозов погоды?

4. Ответы на вопросы к лекции А.В. Кислова.

При изучении материала дисциплины необходимо прослушать лекцию профессора МГУ Кислова А.В. и ответить на 12 вопросов.

Пример некоторых вопросов:

1. Кто начал регулярную разработку прогнозов погоды и когда
2. Почему часто бывают наводнения в Венеции?
3. Как улучшить прогноз погоды?
4. Как выражается конечно-разностное представление уравнений гидротермодинамики?
5. Шаг сетки в современных глобальных моделях составляет ...

Результаты освоения дисциплины:ПК-2, ИОПК-4

1. Оценочные средства: Устные ответы на усвоение теоретического материала

Порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости (формы, содержание, сроки и т.п.): каждый опрос проходит после прохождения темы дисциплины. Каждый студент должен ответить на 5 вопросов в течение семестра. Оценка определяется в соответствии с количеством и качеством положительных ответов.

2. Оценочные средства: Лабораторные работы № 1-10.

Порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости (формы, содержание, сроки и т.п.): Практические занятия предусматривают два этапа. На первом этапе – предварительное ознакомление обучающихся с теоретическими вопросами для выполнения работы. На втором этапе каждым студентом выполняются задания, позволяющие проверить навыки решения конкретных практических задач. Работы выполняются во время занятий и сдаются преподавателю.

Для получения оценки – «отлично» необходимо выполнить каждую работу в срок и без замечаний по оформлению и содержанию: развернутого и грамотного анализа полученных результатов. Для оценки «хорошо» необходимо также своевременное выполнение задания; но имеются некоторые погрешности. Работа получит «удовлетворительную» оценку если она выполнена с грубыми ошибками в расчетах. Оценка «неудовлетворительно» – работа не выполнена.

3. Оценочные средства: устные ответы

Оценивание проводится аналогично п. 1.

4. Оценочные средства к лекции А.В. Кислова

Студенты самостоятельно слушают лекцию и отвечают на вопросы письменно. При полном ответе на все вопросы студент получает «отлично». При верном ответе на 10-11 вопросов – «хорошо». При неполном ответе или ответе на 9 или менее вопросов студент получает «удовлетворительно». Если ответов нет, то оценка – «неудовлетворительно».

5. Оценочные средства: ответы на вопросы «Круглого стола».

Порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости (формы, содержание, сроки и т.п.): Занятие требует внеаудиторной подготовки для изучения и повторения информации.

Каждый студент должен во время занятий ответить на 5 вопросов.

Критерии оценивания: «отлично» получают студенты, давшие верный, полный и развернутый ответ на вопросы. «Хорошо» – давшие верный, но неполный ответ. «Удовлетворительно» – давшие неполный ответ с ошибками. «Неудовлетворительно» – не давшие ответ.

Проверка сформированности компетенций в процессе промежуточной аттестации

Результатами освоения дисциплины являются формирование у студентов общих представления о современных численных методах анализа и прогноза погоды; ознакомление со структурой гидродинамических моделей, используемых в оперативной практике прогноза погоды; знание теоретических основ и практических методов подготовки данных, выполнения численного анализа и прогноза погоды, а также выработки основных навыков анализа результатов численного моделирования.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в седьмом и восьмом семестрах в форме экзамена.

Экзамен 7-го семестра проводится в устной форме по билетам. Билет содержит 3 вопроса, отражающих формирование компетенций. Подготовка к ответу занимает 30 минут, ответ – не более 20 минут.

Примерный перечень вопросов к экзамену.

6. Какие Вы знаете методы статистической структуры метеорологических рядов?
7. Какие Вы знаете методы измерения связей между метеорологическими величинами?
8. Нормальное распределение метеорологического ряда, что это?
9. Виды моделей. Что такое идеальная модель?
10. Что такое математические модели и их виды?
11. Количественная и качественная модель. Блок-схема процесса создания модели
12. Дифференциальные уравнения и их классификация.
13. Моделирование дифференциальных уравнений.
14. Дерминированный прогноз и стохастический прогноз погоды, чем отличаются?
15. Опишите известные вам системы координат, применяемые для картирования метеорологической информации.
16. Напишите уравнения движения, применяемые в численных методах прогноза погоды.
17. Перечислите основные уравнения, используемые в численных методах прогноза погоды и какие члены они содержат.
18. Какие Вы знаете подгруппы мезомасштабных процессов, и что они описывают.
19. Прогностические модели атмосферы.
20. Объективный анализ – что это такое?
21. Что такое Бридинг метод и где он используется?

Примерное содержание билета:

Вопрос 1. Виды наблюдений, используемых в численном моделировании.

Вопрос 2. Какой принцип лежит в основе выявления грубых погрешностей?

Поясните смысл и метод выявления грубых погрешностей.

Вопрос 3. Единицы измерения абсолютной погрешности. Поясните ответ.

Шкала формирования итоговой оценки

На оценку промежуточной аттестации влияют результаты текущего контроля (работа студента в течение семестра: посещаемость занятий, активность, выполнение всех необходимых заданий) и ответы на билет. Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» ставится в случае посещения всех занятий, верных ответов при проведении опросов, активного участия в работе «круглого стола» и правильного и полного ответа на вопросы билета.

Оценка «хорошо» ставится при посещении всех занятий, верных, но неполных ответов при выполнении текущего контроля и правильного, но неполного ответа на билет.

Оценка «удовлетворительно» ставится при пропусках не более 3 лекций, неполных или ошибочных ответах при текущей аттестации и ошибочных ответах на билет.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при пропуске более 3 лекций, невыполнении хотя бы одной лабораторной работы, пропуске работы «круглого стола», непосещении индивидуальных консультаций.

При работе в системе Moodle работа оценивается в системе от 0 до 100 баллов и соответствует: «отлично» – более 90 баллов; «хорошо» – от 70 и более до 90 баллов; «удовлетворительно» – от 50 и более до 70 баллов; «неудовлетворительно» – меньше 50 баллов.

Экзамен 8-го семестра проводится в устной форме по билетам. Билет включает 3 вопроса, проверяющие освоенность компетенций. Подготовка к ответу занимает 30 минут, ответ - не более 20 минут.

Перечень вопросов к экзамену

1. Первичная обработка гидрометеорологической информации. Контроль и исключение грубых погрешностей.
2. Виды физического осреднения, используемые при измерении метеорологических величин.
3. Анализ метеорологических полей методом полиномиальной интерполяции.
4. Анализ метеорологических полей методом оптимальной интерполяции.
5. Системы координат, применяемые для картирования метеорологической информации.
6. Четырехмерный многоэлементный численный анализ.
7. Конечно-разностная аппроксимация производных и дифференциальных уравнений.
8. Системы уравнений гидротермодинамики.
9. Спектральные прогностические модели атмосферы.
10. Мезомасштабные модели прогноза погоды и возможность их использования.
11. Краткосрочный и среднесрочные прогнозы.
12. Параметризация основных физических процессов подсеточного масштаба.
13. Квазигеострофические модели атмосферы.
14. Уравнение тенденции вихря скорости ветра.
15. Баротропная и бароклинная прогностические квазигеострофические модели атмосферы.
16. Решения уравнения тенденции вихря скорости ветра.
17. Прогностические модели, основанные на интегрировании полных уравнений гидротермодинамики.
18. Ансамблевый прогноз.
19. Язык программирования и среда разработки MATLAB.
20. Матрицы, массивы, переменные и константы в пакете MATLAB.
21. Типы организации программного в пакете MATLAB.

22. Операторы цикла в пакете MATLAB.
23. Операторы условия в пакете MATLAB.
24. Логические операторы и операторы отношения в пакете MATLAB.
25. Встроенные функции в пакете MATLAB.
26. Визуализация многомерных данных в пакете MATLAB.
27. Статистический анализ данных в пакете MATLAB.
28. Работа с информацией о дате и времени в пакете MATLAB.
29. Работа с геопространственными данными в пакете MATLAB.
30. Моделирование динамических процессов в пакете MATLAB.

Пример экзаменационного билета.

Вопрос 1. Система уравнений, на основе которой выполняется численный прогноз погоды.

Вопрос 2. Оценка качества прогнозов погоды: характеристики, качество предвычисления основных метеорологических характеристик современных моделей.

Вопрос 3. Операторы цикла в пакете MATLAB: основные виды, назначение, примеры использования в численном анализе и прогнозе погоды.

Примеры задач.

Задача 1. Даны значения температуры воздуха в трех точках пространства. Объяснить, как вычислить значение температуры воздуха в узле сетки, расположенном на известных расстояниях от указанных точек методом линейной интерполяции.

Задача 2. Дан ряд значений температуры воздуха. Объяснить, как будет выполняться расчёт стандартной ошибки среднего арифметического.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Шкала формирования итоговой оценки

На оценку промежуточной аттестации влияют результаты текущего контроля и ответы на билет. Оценка «отлично» ставится в случае посещения всех занятий, верных ответов при проведении опросов и правильного и полного ответа на вопросы билета.

Оценка «хорошо» ставится при посещении всех занятий, верных, но неполных ответов при выполнении текущего контроля и правильного, но неполного ответа на билет.

Оценка «удовлетворительно» ставится при пропусках не более 3 лекций, неполных или ошибочных ответах при текущей аттестации и ошибочных ответах на билет.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при пропуске более 3 лекций, невыполнении хотя бы одной лабораторной работы, пропуске работы «круглого стола», непосещении индивидуальных консультаций.

При работе в системе Moodle работа оценивается в системе от 0 до 100 баллов и соответствует: «отлично» – более 90 баллов; «хорошо» – от 70 и более до 90 баллов; «удовлетворительно» – от 50 и более до 70 баллов; «неудовлетворительно» – меньше 50 баллов.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка учитывает результаты текущего контроля.