

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

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан геолого-географического  
факультета



И.А. Тишин

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Протокол № 6 от 24 июня 2022

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ  
В ЧИСЛЕННЫХ ПРОГНОЗАХ ПОГОДЫ**

Направление подготовки  
**05.04.04 Гидрометеорология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Метеорология»**

Фонд оценочных средств соответствует ОС НИ ТГУ по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология, учебному плану направления подготовки 05.04.04 Гидрометеорология, направленности (профиля) «Метеорология» и рабочей программе по данной дисциплине.

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

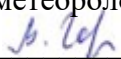
Разработчик ФОС:

доцент кафедры метеорологии  
и климатологии, канд. геогр. наук

Л.И. Кижнер

Экспертиза фонда оценочных средств проведена учебно-методической комиссией факультета, протокол № 6 от 24.06.2022 г.

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры метеорологии и климатологии, протокол № 138 от 20.06.2022 г.

Руководитель магистерской программы  
по направлению подготовки «Метеорология»,  
профессор кафедры метеорологии и климатологии,  
д-р геогр. наук  В.П. Горбатенко

## Формируемые компетенции

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

–ПК-1 – Способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области гидрометеорологии.

Таблица 1 – Уровни освоения компетенций и критерии их оценивания

Комп етенц ия	Результаты освоения дисциплины	Критерии оценивания результатов освоения дисциплины			
		Повышенный (отлично)	Достаточный (хорошо)	Пороговый (удовлетворител ьно)	Допорогов ый (неудовлет ворительн о)
ПК-1	ИПК-1.1 – Понимать специфические гидрологические, климатические и погодные явления, их глобальную и региональную структуру. Магистр должен знать различные виды информации, используемой в численном анализе и прогнозе; современные оперативные прогностические модели, их возможности; владеть методикой интерпретации результатов расчетов по моделям.	Понимает специфически е гидрологичес кие, климатически е и погодные явления, их глобальную и региональную структуру. Знает различные виды информации, используемой в численном анализе и прогнозе; современные оперативные прогностичес кие модели, их возможности; владеет методикой интерпретаци и результатов расчетов по моделям.	Понимает специфические гидрологическ ие, климатические и погодные явления, их глобальную и региональную структуру. Знает различные виды информации, используемой в численном анализе и прогнозе; современные оперативные прогностическ ие модели, их возможности; владеет методикой интерпретации результатов расчетов по моделям, но допускает ошибки	Понимает специфические гидрологическ ие, климатические и погодные явления, их глобальную и региональную структуру. Знает различные виды информации, используемой в численном анализе и прогнозе; современные оперативные прогностическ ие модели, их возможности; владеет методикой интерпретации результатов расчетов по моделям, но допускает грубые ошибки	Не способен

	ИПК-1.2 – Понимать влияние климата на различные секторы экономики, в т.ч. уязвимость деятельности человека от опасных природных явлений	Понимает влияние климата на различные секторы экономики, в т.ч. уязвимость деятельности человека от опасных природных явлений	Понимает влияние климата на различные секторы экономики, в т.ч. уязвимость деятельности человека от опасных природных явлений, но допускает ошибки	Понимает влияние климата на различные секторы экономики, в т.ч. уязвимость деятельности человека от опасных природных явлений, но допускает грубые ошибки	Не понимает
--	---	---	--	---	-------------

Таблица 2 - Этапы формирования компетенции в курсе

№	Раздел дисциплины	Результаты освоения дисциплины	Оценочные средства
1	Общие сведения о моделировании атмосферы. Классификация моделей по охвату территории, периоду действия прогнозов. Основные прогностические центры мира. Принципы усвоения данных в моделях атмосферы. Система наблюдений за состоянием атмосферы. Методы численного анализа метеорологических полей. Усвоение данных в ведущих метеорологических центрах. Вклад разных наблюдательных систем в качество прогнозов.	ИПК-1.1 ИПК-1.2	Устные ответы на усвоение теоретического материала. Отчеты по семинарским занятиям
2	Параметризация физических процессов в моделях. Параметризации конвекции и конденсационных процессов, турбулентности, пограничного и приземного слоя, подстилающей поверхности и процессов в почве, радиационных потоков.	ИПК-1.1 ИПК-1.2	Устные ответы на усвоение теоретического материала. Отчеты по семинарским занятиям. Отчеты по практическим занятиям
3	Негидростатические модели атмосферы мезомасштаба. Основные сведения о моделях, используемых в разных странах. Горизонтальное и вертикальное разрешение в моделях. Метод вложенных сеток. Некоторые вопросы реализации моделей WRF на вычислительном кластере ТГУ Cyberia. Общая структура прогностической системы WRF. Параметризации процессов в модели. Интерпретация результатов расчета. Анализ	ИПК-1.1 ИПК-1.2	Устные ответы на усвоение теоретического материала. Отчеты по семинарским занятиям. Отчеты по практическим занятиям

	результатов расчета.		
4	Общие сведения о локальных моделях. Статистическая интерпретация численных прогнозов погоды. Перспективы использования моделей.	ИПК-1.1 ИПК-1.2	Устные ответы на усвоение теоретического материала. Отчеты по семинарским занятиям. Отчеты по практическим занятиям. Слайд-презентация. Подготовка доклада-презентации

Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

### ПК-1

1. *Изучение материала* по темам 1-4 таблицы 2. Материалы размещены в курсе «Экономическая метеорология» СДО Moodle (<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24487>) в виде PDF-файлов с информацией. Рекомендуемая литература дана в Программе дисциплины и СДО Moodle.

Материал изучается по лекциям, материалам, указанным в файлах и по материалам учебного ресурса <https://old.math.tsu.ru/EEResources/IWS/index.html>

Необходимая литература указана в Программе дисциплины.

2. *Практические занятия*

Практические занятия ориентированы на ознакомление с реальными результатами расчетов по одной-двум моделям при разных погодных ситуациях; получения навыков интерпретации, анализа, оценки качества результатов расчета; реализации модели на практике с использованием современного вычислительного кластера.

Практические занятия включают работу с учебным ресурсом <https://old.math.tsu.ru/EEResources/IWS/index.html>, в котором представлены 10 тем. Каждое занятие включает теоретические положения, результаты суточного прогноза разных метеорологических величин для различных синоптических условий, контрольные вопросы. Необходимо проанализировать определенную синоптическую ситуацию, возникающую в районе Томска, описать ее и ответить на вопросы.

*Темы практических занятий.*

Анализ ситуации развития циклона в зимний период.

Анализ ситуации развития антициклона в зимний период.

Анализ ситуации экстремально теплой погоды.

Анализ экстремально холодной погоды в районе г. Томска.

Тепловой баланс подстилающей поверхности.

Анализ условий возникновения заморозков.

Анализ снегопада в районе г. Томска.

Анализ условий образования метелей.

Анализ грозовой ситуации в районе г. Томска.

Анализ условий образования тумана в районе г. Томска.

### 3. Семинарские занятия

Семинарские занятия предназначены для ознакомления с различными теоретическими и практическими вопросами.

*Примерные темы семинарских занятий.*

Семинарское занятие № 1. Методы численного анализа метеополей. Усвоение данных наблюдений.

На семинарском занятии рассматриваются вопросы подготовки информации для численных прогнозов погоды: методы интерполяции, усвоения данных, согласование информации, основные этапы автоматизированной обработки оперативной метеорологической информации.

*Литература*

1. Глобальная система усвоения данных наблюдений о состоянии атмосферы / А.В. Фролов [и др.]. – СПб.: Гидрометеоздат, 2000.
2. Барашкова Н.К. Атмосферные процессы: динамика, численный анализ, моделирование / Н.К. Барашкова, Л.И. Кижнер, И.В. Кужевская: Учеб. пособие / Под ред. Г.О. Задде. – Томск, 2012. – 312 с. Разд. 5, 6.

Семинарское занятие № 2. Параметризации физических процессов в моделях.

На семинарском занятии рассматриваются вопросы параметризации подстилающей поверхности и процессов в почве; параметризация длинноволновой и коротковолновой радиации; настройка параметризаций, проблемы конфликта параметризаций.

*Литература*

1. Информационно-вычислительная система для коллективного исследования проблем атмосферного пограничного слоя с использованием вычислительного кластера / А.В. Старченко [и др.]. [Электронный ресурс] / Томский гос. ун-т. – Электронный образовательный ресурс. – Томск, 2006. – URL: [http://ido.tsu.ru/iop\\_res/claster/index.html](http://ido.tsu.ru/iop_res/claster/index.html) (дата обращения 10.12. 2010 г.).
2. Барашкова Н.К. Атмосферные процессы: динамика, численный анализ, моделирование / Н.К. Барашкова, Л.И. Кижнер, И.В. Кужевская: Учеб. пособие / Под ред. Г.О. Задде. – Томск, 2012. – 312 с. Разд. 9.

Семинарское занятие № 3. Успешность прогнозов элементов погоды некоторых моделей.

На семинарском занятии рассматриваются характеристики, используемые для оценки качества прогнозов метеовеличин: температуры, влажности воздуха, давления, характеристик ветра. Рассматриваются результаты оценки качества прогнозов с использованием современных прогностических моделей, в том числе моделей мезомасштаба. Обсуждаются подходы для оценки успешности прогнозов осадков и других атмосферных явлений.

*Литература*

1. Барашкова Н.К. Атмосферные процессы: динамика, численный анализ, моделирование / Н.К. Барашкова, Л.И. Кижнер, И.В. Кужевская: Учеб. пособие / Под ред. Г.О. Задде. – Томск, 2012. – 312 с. Разд. 12.2.
2. Багров А.Н. Сравнительная оценка успешности прогнозов элементов погоды на основе ряда отечественных и зарубежных моделей атмосферы различного масштаба / В кн.: Результаты испытания новых и усовершенствованных технологий, моделей и методов гидрометеорологических прогнозов / ГМЦ РФ. Информационный сборник № 35. Под ред. Г.К. Веселовой. М., 2008. С. 3–20.
3. Вельтищев Н.Ф., Жупанов В.Д., Павлюков Ю.Б. Краткосрочный прогноз сильных осадков и ветра с помощью разрешающих конвекцию моделей WRF // Метеорология и гидрология, 2011. № 1.

4. Песков Б.Е., Дмитриева Т.Г. Уточнение мезомасштабного численного прогноза сильных ливней // Метеорология и гидрология, 2010. № 9.

Семинарское занятие № 4. Структура прогностической системы WRF.

Рассматриваются вопросы: общие сведения о негидростатических моделях мезомасштаба, обзор имеющихся моделей, подробное рассмотрение прогностической системы WRF.

*Литература*

1. Информационно-вычислительная система для коллективного исследования проблем атмосферного пограничного слоя с использованием вычислительного кластера / А.В. Старченко [и др.]. [Электронный ресурс] / Томский гос. ун-т. – Электронный образовательный ресурс. – Томск, 2006. – URL: [http://ido.tsu.ru/iop\\_res/claster/index.html](http://ido.tsu.ru/iop_res/claster/index.html) (дата обращения 10.12. 2010 г.).

2. Барашкова Н.К. Атмосферные процессы: динамика, численный анализ, моделирование / Н.К. Барашкова, Л.И. Кижнер, И.В. Кужевская: Учеб. пособие / Под ред. Г.О. Задде. – Томск, 2012. – 312 с. Разд. 12.

Семинарское занятие № 5. Статистическая интерпретация численных прогнозов погоды.

Рассматриваются методы статистической интерпретации численных прогнозов погоды: синоптические и объективные численные методы; общая схема процесса интерпретации; современное состояние вопроса, перспективы.

*Литература*

1. Снитковский А.И. Синоптическая интерпретация гидродинамических прогностических карт давления, геопотенциала и вертикальных движений воздуха // Метеорология и гидрология. 1980. № 12. С. 14–26.

2. Барашкова Н.К. Атмосферные процессы: динамика, численный анализ, моделирование / Н.К. Барашкова, Л.И. Кижнер, И.В. Кужевская: Учеб. пособие / Под ред. Г.О. Задде. – Томск, 2012. – 312 с.

### ***Результаты освоения дисциплины:ПК-1***

***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.

Шкала перевода процентов за тесты в оценку текущей успеваемости: 85 – 100 % – «отлично»; 70 – 84 % – «хорошо»; 55 – 69 % – «удовлетворительно», менее 54 % – «неудовлетворительно».

***2. Оценочные средства: Выполнение заданий семинарских занятий.***

*Порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости (формы, содержание, сроки и т.п.):* Семинарские 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.

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. Подготовка и сдача отчетов по практическим занятиям.**

Порядок оценки аналогичен п. 2.

### **4. Оценочные средства: Подготовка доклада на семинаре по выбранной теме.**

Устный доклад по теме реферата на семинарском занятии должен сопровождаться компьютерной презентацией, соответствующей следующим требованиям:

Презентация должна содержать информацию для доклада по теме на 10–15 минут.

В презентации должна присутствовать информация, название презентации, ФИО автора, факультет, группа. В конце презентации должны быть указаны источники информации.

Презентация должна соответствовать заявленной в докладе теме и быть хорошо читаемой.

Роль магистранта при выполнении самостоятельной работы:

- изучить материалы темы, выделяя главное и второстепенное;
- установить логическую связь между элементами темы;
- представить характеристику элементов в краткой форме;
- выбрать опорные сигналы для акцентирования главной информации и отобразить в структуре работы;
- оформить работу и предоставить к установленному сроку.

Критерии оценки самостоятельной работы:

- соответствие содержания теме;
- правильная структурированность информации;
- наличие логической связи изложенной информации;
- соответствие оформления требованиям;
- аккуратность и грамотность изложения;
- работа сдана в срок.

Каждый студент должен выступить с одним докладом и презентацией.

## **Проверка сформированности компетенций в процессе промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в первом семестре в форме зачета с оценкой. Зачет проводится в устной форме по билетам. Билет включает 2 вопроса, проверяющие освоенность компетенций. Подготовка к ответу занимает 30 минут, ответ – не более 20 минут.

Примерные вопросы к зачету.

1. История создания мезомасштабных прогностических моделей.
2. Характеристика современных моделей атмосферы.
3. Система наблюдений за состоянием атмосферы.
4. Методы численного анализа метеорологических полей.
5. Усвоение данных. Вклад разных наблюдательных систем в качество прогнозов.



6. Негидростатическая модель прогноза Гидрометцентра России: основные особенности.
7. Основные сведения о зарубежных негидростатических моделях.
8. Модели MM5, WRF.
9. Параметризация микрофизических процессов в моделях.
10. Горизонтальное и вертикальное разрешение в мезомасштабных численных моделях.
11. Представление в моделях микрофизики влаги.
12. Основы параметризации облачности.
13. Параметризация турбулентных движений в моделях.
14. Параметризация излучения.
15. Параметризация пограничного слоя, подстилающей поверхности и процессов в почве.
16. Внешние переменные и выходная продукция моделей.
17. Интерпретация результатов расчета. Анализ результатов расчета.
18. Общие сведения о локальных моделях.
19. Точность различных моделей
20. Основы статистической интерпретации численных прогнозов погоды.
21. Анализ конкретной метеорологической ситуации по данным расчета.

### **Шкала формирования итоговой оценки**

Итоговая оценка основывается на сведениях о посещаемости, материалах текущего контроля: оценок за усвоение теоретического материала, семинарских и практических работах, результатах подготовки доклада-презентации. Результаты зачета определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка учитывает результаты текущего контроля.

Оценка «отлично» ставится в случае, если студент активно отлично освоил теоретический материал, участвовал в работе всех практических занятий, подготовил презентацию, которая полностью раскрывает тему доклада. Дал полный развернутый ответ на вопросы билета.

Оценку «хорошо» получит студент, хорошо усвоил теорию, участвовал в работе всех практических занятий, подготовил презентацию, которая в основном раскрывает тему доклада. Дал неполный ответ на вопросы экзаменационного билета.

Оценку «удовлетворительно» получит студент, пропустивший не более 2 лекций, при ответе на вопросы тестов; подготовил презентацию, которая не полностью раскрывает тему доклада или не полностью соответствует теме. Дал ответ с ошибками на вопросы экзаменационного билета.

Оценка «неудовлетворительно» ставится при невыполнении предыдущих пунктов.

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.