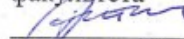


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан геолого-географического  
факультета

  
И.А. Тишин

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол № 7 от 22 июня 2023

Рабочая программа дисциплины

## МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

по направлению подготовки  
**05.03.04 Гидрометеорология**

Профиль подготовки:  
**«Метеорология»**

Форма обучения  
**Очная**


Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2023**


Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.04.01

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 И.В. Кужевская

Председатель УМК

 М.А. Каширо

Томск – 2023

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способен применять на практике методы гидрометеорологического и экологического мониторинга, организовывать полевые и камеральные работы

ПК-2 Способен решать задачи в области оперативной гидрометеорологии, охраны атмосферы и гидросферы

## **2. Задачи освоения дисциплины**

ИПК-1.1 Способен уверенно применять накопленные знания о климатических и погодных явлениях региона обслуживания; понимает влияние погоды и климата на различные секторы экономики, включая уязвимость деятельности человека от опасных погодных явлений

ИПК-2.3 Способен анализировать оперативную гидрометеорологическую информацию, составлять гидрометеорологические прогнозы общего и специального назначения; использовать спутниковые данные оперативного мониторинга наводнений, пожаров, вулканического пепла, аэрозолей, малых газовых составляющих и других опасных явлений

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку Б1 «Дисциплины(модули)» образовательной программы, части, формируемой участниками образовательных отношений. Код дисциплины в учебном плане Б1.В.ДВ.04.01

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 8, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: физика, метеорология, аэрология.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 16 ч.;

– практические занятия: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом дисциплины.

### 8.1. План дисциплины «Мониторинг и прогнозирование климатологических изменений» и структура учебных видов деятельности

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, .

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				лекции и	практика	СРС
1	<i>Климатическая система Земли и глобальные климатические изменения. Естественные и антропогенные факторы изменения климата. Климатическая норма и отклонения от нее. Основные программы и их ресурсы.</i>	8	1	2		4
2	<i>Изменения климата. Компоненты климатической системы. Эколого-географические последствия изменения климата. История изменений климата.</i>	8	2	2		4
3	<i>Атмосфера и некоторые процессы, происходящие в ней. Солнечная радиация. Тепловой баланс Земли. Радиационное воздействие. Климатические обратные связи.</i>	8	3	2		4
4	<i>Климатические модели. Проблемы моделирования климата. Структура и компоненты моделей климата. Модели климатической системы. Глобальные и региональные модели климата.</i>	8	4	2		4
5	<i>Глобальные климатические изменения. Проекция будущих климатических изменений. Доклады МГЭИК.</i>	8	5	2		4
6	<i>Математическое моделирование как основа исследования климатических изменений. Проблемы моделирования климата. Базовые принципы построения геофизических моделей. Взаимодействие атмосферы с поверхностью суши. Результаты модели климата ИВМ РАН.</i>	8	6	2		4
7	<i>Химия атмосферы и радиационные процессы. Газовые примеси и их химические преобразования. Солнечное нагревание и тепловое излучение.</i>	8	7	2		4
8	<i>Вычислительно-информационные технологии для работы с геопривязанными данными. Геоинформационные технологии для</i>	8	8	2		4

	изучения климатических изменений и их последствий. Архивы пространственных данных, функциональность систем.					
9	Методы обработки и анализа метеорологической информации. Понятие временного ряда. Трендовый анализ временных рядов метеорологических данных. Понятия статистической гипотезы и статистического критерия. Статистическая обработка метеорологических данных, как элемент вычислительного эксперимента.	8	9		2	6
10	Анализ динамики приземной температуры воздуха на территории Сибири в период последних десятилетий	8	10		2	6
11	Анализ динамики количества осадков на территории Сибири в период последних десятилетий	8	11		2	6
12	Анализ пространственно-временных изменений экстремальных значений суточной температуры воздуха, климатических характеристик повторяемости и непрерывной продолжительности этих явлений на территории Сибири в период последних десятилетий	8	12		2	6
13	Анализ динамики климатических характеристик приземной температуры воздуха, влияющих на развитие растительности Сибири в период последних десятилетий	8	13		2	6
14	Оценка влияния глобальных климатических изменений, задаваемых сценариями SRES, на параметры климатической системы	8	14		2	7
15	Оценка влияния глобальных климатических изменений, задаваемых сценариями RCP, на параметры климатической системы	8	15		2	7.25
	ВСЕГО			16	14	76.25

**Формы контроля** предусматривают:

- экспресс-контроль на каждом практическом занятии по решению задач на заданную тему;
- Использование системы Moodle для контроля выполнения практических заданий
- зачет

## **8.2. Содержание дисциплины «Мониторинга и прогнозирования климатологических изменений» и структура учебных видов деятельности**

### **Темы лекций**

**Климатическая система Земли и глобальные климатические изменения.** Предмет и задачи учебной дисциплины. Базовые понятия метеорологии и климатологии. Климатическая система и глобальные климатические изменения: основные компоненты и общая картина их взаимодействия. Понятия климатической модели, климатического сценария, климатического прогноза. Естественные и антропогенные факторы изменения климата. Климатическая норма и отклонения от нее. Основные программы и их ресурсы.

**Изменения климата** Изменения и изменчивость климата. Климатическая «норма», аномалии, глобальная температура поверхности. Общая схема парникового эффекта. Естественные и антропогенные факторы изменения климата. Эколого-географические последствия изменения климата. Основные программы в области современной климатологии (Всемирная программа исследований климата, Программа по изучению изменчивости и предсказуемости климата, Межправительственная группа экспертов по изменению климата) и их ресурсы в Интернете.. Компоненты климатической системы. Эколого-географические последствия изменения климата. История изменений климата. Ледниковый период. Палеоклимат. Некоторые особенности климата прошлого. Изменения климата Голоцена.

**Атмосфера и некоторые процессы, происходящие в ней.** Состав и строение атмосферы Земли. Солнечная радиация. Тепловой баланс Земли. Модели теплового баланса Земли. Реакция климатической системы на внешние возмущения. Понятие радиационного форсинга. Радиационный баланс земной поверхности и атмосферы. Радиационное воздействие. Климатические обратные связи. Чувствительность климата. Солнечная радиация. Тепловой баланс Земли. Радиационное воздействие. Климатические обратные связи.

**Климатические модели.** Модели климата. Общие сведения о климатическом моделировании. Компоненты модели климата. Проблемы моделирования климата. Глобальные и региональные модели климата. Климатическая модель ИВМ., модель промежуточной сложности «Planet Simulator», конечно-разностная региональная модель климата ГГО, региональные модели климата RegCM3, PЕМО, NRCM. Проблемы моделирования климата. Структура и компоненты моделей климата. Модели климатической системы. Глобальные и региональные модели климата. Результаты модели климата ИВМ и их сравнение в результатами других моделей.

**Глобальные климатические изменения.** Проекция будущих климатических изменений. Доклады МГЭИК. Причины глобальных климатических изменений. Сценарии будущих климатических и экологических изменений (RCP, RCP 3-PD, RCP 4.5, RCP 6.0, RCP 8.5).

**Математическое моделирование как основа исследования климатических изменений.** Проблемы моделирования климата. Базовые принципы построения геофизических моделей. Математическое моделирование как основа исследования климатических процессов. Основные уравнения гидродинамики крупномасштабных процессов. Климатическая система и ее параметры. Математическое определение климата. Взаимодействие компонент климатической системы. Взаимодействие атмосферы с поверхностью суши. Результаты модели климата ИВМ РАН.

**Химия атмосферы и радиационные процессы.** Газовые примеси и их химические преобразования. Солнечное нагревание и тепловое излучение. Параметризация облачности.

**Вычислительно-информационные технологии для работы с гео-привязанными данными.** Геоинформационные технологии для изучения климатических изменений и их последствий. Архивы пространственных данных, функциональность систем. Геоинформационная веб-система для изучения региональных климатических изменений и

их последствий. Направленность и компоненты платформы «Климат». Наборы пространственно-привязанных геофизических данных. Общая архитектура системы. Вычислительная функциональность системы.

**Темы практических занятий, направленных на анализ современных и возможных в будущем изменений климата с помощью веб-ГИС «Климат».**

1. Методы обработки и анализа метеорологической информации. Понятие временного ряда. Трендовый анализ временных рядов метеорологических данных. Понятия статистической гипотезы и статистического критерия. Статистическая обработка метеорологических данных, как элемент вычислительного эксперимента.
2. Анализ динамики приземной температуры воздуха на территории Сибири в период последних десятилетий
3. Анализ динамики количества осадков на территории Сибири в период последних десятилетий
4. Анализ пространственно-временных изменений экстремальных значений суточной температуры воздуха, климатических характеристик повторяемости и непрерывной продолжительности этих явлений на территории Сибири в период последних десятилетий
5. Анализ динамики климатических характеристик приземной температуры воздуха, влияющих на развитие растительности Сибири в период последних десятилетий
6. Оценка влияния глобальных климатических изменений, задаваемых сценариями SRES, на параметры климатической системы
7. Оценка влияния глобальных климатических изменений, задаваемых сценариями RCP, на параметры климатической системы

**9. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Мониторинга и прогнозирования климатологических изменений»**

#### **9.1 Образовательные технологии.**

- современные системы электронной поддержки процесса обучения, в частности, интерактивные компьютерные технологии при чтении лекций, обеспечивают эффективные и комфортные условия для обучающихся и преподавателей;
- использование электронных ресурсов (сети Интернет) при подготовке к зачету позволяет шире оценить возможности и уровень развития изучаемой дисциплины, а также развивает способности к поиску и отбору студентом требуемой информации в сети Интернет;
- режим собеседования с преподавателем на практических занятиях реализуется через ответы на контрольные вопросы и объяснение хода выполнения практических вычислительных работ.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания экзамена:**

Зачет в восьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из одного теоретического и одного практического вопросов по дисциплине, проверяющих знания получаемых в рамках данного курса (ИПК 1.1), (ИПК 2.3). Ответы на вопросы даются в развернутой форме. Подготовка к ответу обучающегося на экзамене составляет 1 академический час (45 минут), продолжительность ответа на основные и дополнительные вопросы составляет 0,3 часа.

## **11. Ресурсное обеспечение дисциплины «Мониторинг и прогнозирование климатологических изменений»**

### **11.1. Основная литература**

1. Гордов Е.П., Лыкосов В.Н., Крупчатников В.Н., Окладников И.Г., Титов А.Г., Шульгина Т.М. Вычислительно-информационные технологии мониторинга и моделирования климатических изменений и их последствий / – Новосибирск: Изд-во Наука, Сибирское отделение, 2013. – 199 с.
2. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

### **11.2. Дополнительная литература**

1. Модели и методы в проблеме взаимодействия атмосферы и гидросферы: учебное пособие / под ред. В.П. Дымникова, В.Н. Лыкосова, Е.П. Гордова. –Томск : Издательский Дом ТГУ, 2014.
2. IPCC , 2012: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.
3. Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. / Семенов С.М., ред. / Москва, 2012, НИЦ «Планета», 512 с.

### **11.3. Интернет-ресурсы и программное обеспечение**

1. Reanalyses.org Home Page <http://reanalyses.org/>
2. МГЭИК [http://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_russian.shtml](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_russian.shtml)
3. CMIP5 Data Access <https://verc.enes.org/data/data-metadata-service/search-and-download/cmip5-access>
4. ВТОРОЙ ОЦЕНОЧНЫЙ ДОКЛАД РОСГИДРОМЕТА ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ [http://downloads.igce.ru/publications/OD\\_2\\_2014/v2014/htm/1.htm](http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/htm/1.htm)[http://downloads.igce.ru/publications/OD\\_2\\_2014/v2014/htm/1.htm](http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/htm/1.htm)
5. [http:// meteoinfo.ru](http://meteoinfo.ru) (Гидрометеоцентр России)

### **11.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Обучение дисциплине «Мониторинга и прогнозирования климатических изменений» осуществляется на базе:

- Аудитория 204, учебный корпус № 6 ТГУ, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектор, экран, ноутбук) для изложения теоретического курса.

– Платформа «Климат», открывающая доступ к климатическим моделям, инструментам статистического анализа и архивам климатических данных.

– Учебный дисплейный класс (ауд. 304 , учебный корпус № 6 ТГУ) с 12 индивидуальными рабочими местами. Установлены лицензионное программное обеспечение (Windows XP, Microsoft Office 2003), с доступом в Интернет для выполнения заданий лабораторного практикума с использованием информационно-вычислительной веб-ГИС платформы «Климат».

Для самостоятельной работы над теоретическими вопросами курса обучающимся предоставляются фонды Научной библиотеки Томского государственного университета, библиотечный фонд кафедры метеорологии и климатологии ТГУ и тематические информационные ресурсы, доступные в модуле «Климатическое и экологическое моделирование» образовательного блока платформы «Климат».

**Составитель:**

*Богомолов Василий Юрьевич*– к.ф.-м.н. доцент кафедры метеорологии и климатологии.