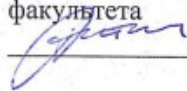


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)  
ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ  
Декан геолого-географического  
факультета

  
И.А. Тишин



« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Протокол №6 от 24.06.2022

Рабочая программа дисциплины

**Космические методы исследований в метеорологии**

по направлению подготовки

**05.03.04 Гидрометеорология**

Профиль подготовки:  
**«Метеорология»**

Форма обучения  
**Очная**


Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.12

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 И.В. Кужевская

Председатель УМК

 М.А. Каширо

## **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-1.3 Владеет знаниями об основных методах наблюдений и приборах, а также знает распространенное программное обеспечение. Умеет обрабатывать, анализировать и передавать данные наблюдений, проводить оценку влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли экономики.

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 части образовательной программы Б1.В.12, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

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

Семестр 7, экзамен.

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

Для успешного освоения дисциплины у студентов должны быть сформированы компетенции, приобретенные в процессе обучения по дисциплинам – «Физика», «Основы наук о Земле», «Синоптическая метеорология».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч. из которых:

– лекции: 34 ч.

– практические занятия: 34 ч.

в том числе практических занятий – 34 ч.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

**Введение.** Предмет и задачи космических методов исследования и их место среди метеорологических дисциплин. Социально-экономическая роль космических исследований для научно-технического прогресса. Основные этапы развития спутниковых метеорологических исследований. Международное сотрудничество в области освоения космического пространства. Организация международных центров для систематической обработки и анализа информации, поступающей с МСЗ.

**Основы теории движения искусственного спутника Земли.** Невозмущенное движение. Астрономические координаты. Вспомогательная небесная сфера, основные точки, линии и круги на ней. Закон всемирного тяготения. Траектория полета ИСЗ. Плоскость орбиты спутника. Элементы орбиты ИСЗ. Уравнение движения ИСЗ в плоскости орбиты. Скорость движения спутника по орбите. Период обращения спутника. Возмущенное движение ИСЗ. Понятие о возмущенной силе. Уравнения движения спутника с учетом возмущающих сил. Возмущения, вызываемые несферичностью Земли и сопротивлением атмосферы. Орбита и тепловой режим спутника. Возмущающее влияние планет, Солнца и светового давления. Время существования спутника. Типы орбит ИСЗ. Определение географических координат ИСЗ.

**Метеорологическое зондирование атмосферы из космоса.** Физические основы получения метеорологической информации из космоса. Общая характеристика методов дистанционного зондирования. Основные понятия теории излучения. Модели атмосферы. Типы подстилающих поверхностей. Радиационные процессы в атмосфере и на поверхности Земли. Основы методов дистанционного зондирования. Дистанционные измерения метеорологических величин. Определение температуры поверхности моря и верхней границы облачности. Определение вертикальных профилей температуры и влажности атмосферы. Определение содержания водяного пара и жидкой воды в атмосфере. Определение ветра по снимкам облачности с геостационарных ИСЗ. Использование дистанционного температурного зондирования атмосферы в численном анализе метеорологических полей.

**Метеорологические спутники Земли.** Научная и служебная аппаратура метеорологических спутников Земли. Научная аппаратура, работающая в видимом диапазоне электромагнитных волн, инфракрасная аппаратура, микроволновая (СВЧ) аппаратура. Перспективы развития спутниковых измерений. Система управления движением. Радиотелеметрическая система. Сбор и регистрация спутниковой информации. Глобальная система метеорологических наблюдений. Российские метеорологические спутники. Метеорологическая космическая система (МКС) "Метеор". Геостационарный метеорологический спутник. Спутники для изучения природных ресурсов "Метеор-Природа", и "Метеор-ресурс", океанографические спутники. Метеорологические спутники зарубежных стран. Научно-исследовательский спутник серии "Нимбус", спутник для исследования природных ресурсов "Лэндсат". Спутник для океанографических исследований «Сисат». Геостационарный спутник ГОЭС, «Метеосат».

**Основные виды метеорологической информации, получаемой с МСЗ.** Общая характеристика спутниковой метеорологической информации. Основные требования к метеорологической информации, получаемой с МСЗ. Космические снимки, получаемые в видимом, инфракрасном и микроволновом участках спектра. Радиационные, спектрометрические и микроволновые данные. Понятие о цифровом и аналоговом методах передачи информации с ИСЗ. Автоматизация обработки спутниковой информации. Временная и географическая привязка космических изображений. Математические основы географической привязки. Географическая привязка космических снимков, полученных в режиме непосредственной передачи информации. Планшет и диаграмма слежения. Расчет целеуказаний. Ошибки географической привязки снимков. Метеорологическое дешифрирование космических снимков облачности. Особенности получения изображений в различных участках спектра. Основы методики дешифрирования космических снимков. Основные дешифровочные признаки. Текстура, мезо- и макроструктура изображения. Дешифрирование снимков облачности. Основные типы и количество облачности. Распознавание на космических снимках облачности над снегом и льдом. Солнечный блик, литометеоры и гидрометеоры на космических снимках. Особенности совместного дешифрирования космических снимков, одновременно полученных в видимом и инфракрасном участках спектра. Дешифрирование снимков, полученных в микроволновом участке спектра. Дешифрирование объектов подстилающей поверхности, береговой линии, льдов. Фотокарты и карты нефанализа. Перспективы автоматизации дешифрирования изображений.

**Использование данных наблюдений с МСЗ в синоптическом анализе и прогнозе.** Использование космических снимков облачного покрова в анализе синоптического положения. Внутримассовая облачность. Облачные системы теплых и холодных воздушных масс.

Облачность атмосферных фронтов. Облачность вторичных фронтов, предфронтальных и зафронтальных линий шквалов. Влияние орографии на фронтальные облачные системы. Облачность циклонических образований, фронтальных циклонов, орографических циклонов, местных циклонов, высотных барических ложбин. Облачность антициклонов и барических гребней, струйных течений. Использование космических снимков облачного покрова в прогнозе синоптического положения. Оценка эволюции облачного поля. Признаки формирования и эволюции облачной полосы атмосферного фронта; возникновения циклонов. Основные признаки эволюции циклонического образования. Признаки и оценка скорости перемещения циклонов. Оценка перестройки атмосферных процессов. Карты прогноза эволюции облачных образований. Особенности использования данных об облачности при синоптическом анализе в тропической зоне. Классификация облачных систем тропической зоны. Облачные системы внутритропической зоны конвергенции (ВЗК), пассатных (восточных) волн, тропических циклонов, муссонного происхождения. Анализ мезо-масштабных и локальных атмосферных процессов. Конвективные облачные системы на космических снимках. Конвективные ячейки и их связь с движением воздуха в атмосфере. Конвективные гряды облачности. Оценка скорости и направления ветра в тропосфере. Массивы и гряды кучево-дождевых облаков. Конвективные облачные вихри. Орографические облачные системы. Облачные системы, связанные с фёновыми эффектами. Влияние островов, горных хребтов и изолированных препятствий на формирование облачности. Облачные системы, связанные с неоднородностью температуры и шероховатостью подстилающей поверхности. Облачные системы вблизи береговой линии, связанные с эффектами трения. Влияние температурной неоднородности подстилающей поверхности на распределение облачности. Облачные системы, связанные с местными циркуляциями. Применение данных об облачности при оценке некоторых метеорологических параметров. Определение поля скорости ветра по распределению температуры, влажности и облачности. Перспективы использования спутниковой информации в службе погоды, в том числе использование спутниковой информации для анализа и прогноза осадков.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости и проведения тестов и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Самостоятельная работа подразумевает подготовку к экзамену (36 часов), промежуточному тестированию и подготовка 2 докладов. Доклад на выбранную тему из блока «Метеорологическое зондирование атмосферы из космоса» и один – на тему из блока «Использование данных наблюдений с МСЗ в синоптическом анализе и прогнозе». В системе MOODLE расположен практикум по дисциплине, что даёт возможность самостоятельно готовиться к лабораторным занятиям или частично восполнить пропущенные.

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств для текущего контроля по дисциплине приведены в Фондах оценочных средств.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Экзамен в седьмом семестре проводится в устной форме. Продолжительность экзамена 5 часов. Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины описаны в Фондах оценочных средств.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle»(<https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=5546>, <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=26218>).

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) План лабораторных работ по дисциплине.

- г) Методические указания по проведению лабораторных работ.
- д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

### а) основная литература:

1. Калинин Н.А. Космические методы исследований в метеорологии. /Н.А. Калинин, Н.И. Толмачева – Пермь: Изд-во ПГУ, 2005. – 347 с.
2. Говердовский В.Ф. Космическая метеорология с основами астрономии. / В.Ф. Говердовский – СПб.: Гидрометеиздат, 1995. – 350 с.
3. Герман М.А. Космические методы исследования в метеорологии. / М.А. Герман – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 351 с.
4. Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды / Под ред. И.П.Ветлова, Н.Ф.Вельтищева. Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 299 с.
5. Кондратьев К.Я. Спутниковая климатология. / К.Я. Кондратьев – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 261 с.
6. Использование изображений со спутников в анализе и прогнозе погоды. Техническая записка ВМО №124. – Изд-во ВМО, 1973. – 275 с.
7. Кужевская И.В. Космические методы исследования в метеорологии. Практикум. [Электронный ресурс] доступ [http://ido.tsu.ru/iop\\_res/](http://ido.tsu.ru/iop_res/)

### б) дополнительная литература:

1. Калинин Н.А. Практикум по космическим методам исследований в метеорологии. / Н.А. Калинин, Н.И. Толмачева – Пермь: Изд-во Пермского гос. ун-та, 2004. – 204 с.
2. Справочник потребителя спутниковой информации / под ред. В.В. Асмуса, О.Е. Милехина. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – 108 с.
3. Синоптический анализ облачного покрова, получаемых с ИСЗ/ Под ред. Т.П.Поповой Л.: Гидрометеиздат, 1976.
4. Мезометеорология и краткосрочное прогнозирование: Пособие для самостоятельной работы студентов / Под ред. Н.Ф. Вельтищева, Изд-во ВМО, 1988. – 188 с.

### в) Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет:

Организация	Сайт открытого доступа
НИЦ Планета	<a href="http://planet.iitp.ru/index1.html">http://planet.iitp.ru/index1.html</a>
Институт космических исследований РАН	<a href="http://www.iki.rssi.ru/">http://www.iki.rssi.ru/</a>
Виртуальная лаборатория ДЗ	<a href="http://meteovlab.meteorf.ru/">http://meteovlab.meteorf.ru/</a>
NASA Worldview	<a href="https://worldview.earthdata.nasa.gov/">https://worldview.earthdata.nasa.gov/</a>
Институт глобального климата и экологии федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и российской академии наук (ИГКЭ)	<a href="http://www.igce.ru/">http://www.igce.ru/</a>
European Space Agency (ESA) Европейское космическое агентство (ECA)	<a href="http://www.esa.int">http://www.esa.int</a>
The US National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Национальная администрация США по океанографии и атмосфере (НОАА)	<a href="http://www.noaa.gov">http://www.noaa.gov</a>
The US National Environmental Satellite, Data and Information Service (NOAA/NESDIS) Национальная служба США по спутникам наблюдения окружающей среды, данным и информации	<a href="http://www.nesdis.noaa.gov">http://www.nesdis.noaa.gov</a>
Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)	<a href="http://www.cnes.fr">http://www.cnes.fr</a>

Организация	Сайт открытого доступа
Национальный центр космических исследований Франции (КНЕС)	
Nansen Environmental and Remote Sensing Center (NERSC) Центр Нансена окружающей среды и дистанционного зондирования. Норвегия	<a href="http://www.nersc.no">http://www.nersc.no</a>
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) Аэрокосмический центр Германии	<a href="http://www.dlr.de">http://www.dlr.de</a>
Deutscher Wetterdienst (DWD) Метеослужба Германии	<a href="http://www.dwd.de">http://www.dwd.de</a>
Bureau of Meteorology of Australia (BOM) Бюро метеорологии Австралии (БМА)	<a href="http://www.bom.gov.au">http://www.bom.gov.au</a>
National Satellite Meteorological Centre (NSMC). China Meteorological Administration (CMA) Китайский национальный спутниковый метеорологический центр. Китайское метеорологическое управление (КМУ)	<a href="http://www.nsmc.cma.gov.cn">http://www.nsmc.cma.gov.cn</a>
Japan Meteorological Agency (JMA) Японское метеорологическое агентство (ЯМА)	<a href="http://www.jma.go.jp/jma/indexe.html">http://www.jma.go.jp/jma/indexe.html</a>
India Meteorological Department (IMD) Метеорологическое управление Индии	<a href="http://www.imd.ernet.in">http://www.imd.ernet.in</a>

### 13. Перечень информационных ресурсов

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Банк снимков облачности, выполненных студентами, выпускниками, аспирантами и сотрудниками Томского государственного университета.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### 15. Информация о разработчиках

Кужевская Ирина Валерьевна, доцент кафедры метеорологии и климатологии