

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

« 07 » февраля 2022 г.



Рабочая программа дисциплины  
**Комплексный пространственный анализ в ГИС**

по направлению подготовки  
**05.04.02 География**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Цифровые технологии в географии»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2021**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.01.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 Н.С. Евсева

Председатель УМК

 М.А. Каширо

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-2 – способен проектировать, формировать и обрабатывать базы пространственных данных, включая данные дистанционного зондирования, и создавать на их основе геоинформационные продукты, в т.ч. с использованием технологий веб-картографии.

– ПК-4 – способен планировать и координировать выполнение технологических операций по работе с геоинформационными системами для решения задач органов территориального управления.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-2.1. Проектирует, формирует и обрабатывает базы пространственных данных, включая карты и данные дистанционного зондирования, с использованием профессионального программного обеспечения и геоинформационных технологий.

ИПК-2.2. Планирует и создаёт геоинформационную продукцию, в том числе трехмерные и виртуальные геоизображения, веб-карты и веб-приложения, с использованием профессионального программного обеспечения и геоинформационных технологий.

ИПК-4.2. Координирует выполнение технологических операций по работе с геоинформационными системами, включая формирование, поддержку и развитие баз геоданных, кадастров земельных и других ресурсов, для решения задач государственного и муниципального уровня.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить понятийный аппарат комплексного пространственного анализа на основе геоинформационных технологий.

– Получить навыки работы с программными комплексами ArcGIS и ArcGIS Pro (ESRI Inc.).

– Научиться проектировать, формировать и обрабатывать базы пространственных данных, включая карты и данные дистанционного зондирования, с использованием профессионального программного обеспечения и геоинформационных технологий.

– Научиться выполнять комплексный пространственно-временной анализ географических данных в ГИС с целью создания геоинформационной продукции, в том числе трехмерных и виртуальных геоизображений.

– Научиться планировать и выполнять технологические операции по работе с геоинформационными системами, включая формирование, поддержку и развитие баз геоданных, кадастров земельных и других ресурсов, для решения задач государственного и муниципального уровня.

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

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор

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

Семестр 2, зачёт.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Основы цифровых геотехнологий», «Моделирование геосистем».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часа, из которых

– лекции: 8 ч.;

– практические занятия: 16 ч.;

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

### **1. Введение**

Общая постановка задач курса. Предмет. Связи с другими науками.

### **2. История развития технологий пространственного анализа в ГИС**

Первые опыты по наложению цифровых тематических карт. Вклад Берри, Бунге, Нистуэна, Тоблера. Канадская Географическая Информационная Система (КанГИС) под руководством Р. Томлинсона – первая ГИС в мире. Разработки Гарвардской лаборатории машинной графики и пространственного анализа. Первые кадастровые земельные информационные системы в Европе. Деятельность Института исследования систем окружающей среды (ESRI) в США. Появление ГИС в СССР и России. Труды Н.Л. Беручашвили. Разработки кафедры картографии и геоинформатики МГУ, Центра Геоинформационных исследований ИГРАН, ВТУ Генштаба и т.п. Тенденции развития технологий комплексного пространственного анализа в XXI веке.

### **3. Современный пространственный анализ в ГИС**

Определение. Виды пространственного анализа. Сложный пространственный анализ: методики и примеры.

### **4. Построение буферных зон и оверлейные операции**

Примеры сложного пространственного анализа. Построение буферных зон. Оверлейные операции: операции объединения (UNION), вырезания (CLIP), пересечения (INTERSECT), стирания (ERASE). Геостатистический анализ. Понятие геополей. Растровая и векторная алгебра карт.

### **5. Геостатистический анализ на основе цифровых моделей рельефа (ЦМР)**

Виды ЦМР. Плюсы и минусы различных форматов ЦМР. Особенности построения ЦМР в формате TIN методом триангуляции Делоне. Конвертация TIN в GRID. Переклассификация растров. Расчёты площадей по растрам гипсометрической карты, карт крутизны и экспозиций склонов. Зональная статистика. Вычисление морфометрических показателей ландшафтов на основе ЦМР. Построение диаграмм и связанных таблиц.

### **6. Комплексный пространственный анализ с использованием ДДЗ и ЦМР в ArcGIS Pro**

Пространственная привязка изображений ДЗЗ. Вычисление спектрального индекса NDVI по космическим снимкам Landsat и Sentinel. Анализ растров NDVI по ЦМР. Сопоставление NDVI с абсолютными высотами и экспозицией склонов.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения практических заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация состоит из защиты практических работ, выполнения контрольных работ и зачёта во 2 семестре.

**Зачёт во втором семестре** состоит из двух частей (контрольное практическое задание и теоретическая часть). Зачёт по теоретической части проводится в письменной форме в виде индивидуального теста.

Тест содержит 20 вопросов. Вопросы выбираются в случайном порядке из большого банка вопросов. В каждом вопросе несколько вариантов ответа и лишь один - верный. Ответы на вопросы даются путем выбора из списка предложенных. Время теста ограничено 10 мин. (из расчёта 30 сек. на вопрос). По истечении времени теста ответ отправляется автоматически. Каждый правильный ответ оценивается одним баллом. Максимальная сумма баллов – 20.

Критерии оценки: для сдачи зачёта необходимо набрать 11 и более баллов.

Примерные вопросы теста (без вариантов ответа):

1. Аналитическая парадигма ГИС
2. Оверлейные операции
3. Основные методы интерполяции при создании цифровых моделей поверхностей
4. Методы классификации изображений ДЗЗ.
5. Построение «буферных зон». Практическое применение в географических исследованиях.
6. Спектральные индексы при работе с ДДЗ. Практическое применение в географических исследованиях.
7. Форматы цифровых моделей рельефа (ЦМР). Применение моделей TIN и GRID в географических исследованиях.
8. Зональная статистика на основе цифровых моделей рельефа (ЦМР). Практическое применение в географических исследованиях.
9. Переклассификация растров. Расчёты площадей по растрам гипсометрической карты, карт крутизны и экспозиций склонов.
10. Методы предобработки данных дистанционного зондирования (ДДЗ). Различия в использовании при интерактивном и автоматизированном дешифрировании.
11. Анализ растров NDVI по ЦМР. Сопоставление NDVI с абсолютными высотами и экспозицией склонов.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=32836>

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

в) План практических занятий по дисциплине:

- *Примеры сложного пространственного анализа. Построение буферных зон и примеры их практического применения в географических исследованиях.*
- *Оверлейные операции. Растровая и векторная алгебра карт.*
- *Построение цифровых моделей рельефа (ЦМР) и серии тематических карт важнейших морфометрических показателей.*
- *Переклассификация растров. Расчёты площадей по растрам гипсометрической карты, карт крутизны и экспозиций склонов.*
- *Конвертация триангуляционной сети в растр (TIN в GRID) с целью пространственного анализа.*
- *Морфометрический анализ ландшафтов на основе ЦМР с помощью зональной статистики.*
- *Вычисление спектрального индекса NDVI по космическим снимкам Landsat и Sentinel.*

– Анализ растров NDVI по ЦМР. Сопоставление NDVI с абсолютными высотами и экспозицией склонов.

г) Учебно-методические комплексы:

1. Хромых В.В., Хромых О.В. Пространственный анализ в ГИС. Учебно-методический комплекс / [Электронный ресурс]: интерактив. учеб. – Электрон. дан. и прогр. – Томск: Институт дистанционного образования ТГУ. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <http://ido.tsu.ru/bank.php?course=171> (17,8 Мб)

2. Хромых В.В. Технологии компьютерной обработки данных дистанционного зондирования. Учебно-методический комплекс / [Электронный ресурс]: интерактив. учеб. – Электрон. дан. и прогр. – Томск: Институт дистанционного образования ТГУ. – Режим доступа: <http://moodle.ido.tsu.ru/course/view.php?id=182>

3. Хромых В.В., Хромых О.В. Компьютерная графика для географов. Учебно-методический комплекс / [Электронный ресурс]: интерактив. учеб. – Электрон. дан. и прогр. – Томск: Институт дистанционного образования ТГУ. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <http://ido.tsu.ru/bank.php?course=169> (90,8 Мб)

4. Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа [Электронный ресурс]: интерактив. учеб. – Электрон. дан. и прогр. – Томск: Институт дистанционного образования ТГУ. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <http://www.ido.tsu.ru/bank.php?cat=52>

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Лурье И.К. Геоинформационное картографирование: методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. – М.: КДУ, 2016. – 423 с.
2. Географическое картографирование: карты природы / Под ред. Е.А. Божилиной. – М.: ИД «КДУ», 2016. – 316 с.
3. Геоинформатика. Кн. 1 / Под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 373 с.
4. Скворцов А.В. Геоинформатика. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. – 336 с.
5. ДеМерс Майкл Н. Географические информационные системы. Основы. – М.: Дата+, 1999. – 490 с.
6. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.

б) дополнительная литература:

1. Идрисов И.Р., Николаев А.Ф., Николаева С.С. Мировые и государственные системы координат и счета времени, используемые в географии, геодезии и картографии. – М.: Проспект, 2017. – 111 с.
2. Быков А.В., Пьянков С.В. Web-картографирование. – Пермь, 2015. – 110 с.
3. Burrough P.A., McDonnell R.A., Lloyd C.D. Principles of Geographical Information Systems. – Oxford: University Press, 2015. – 330 p.
4. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2013. – 592 с.
5. Золотова Е.В. Основы кадастра: Территориальные информационные системы. – М.: Академический Проект, 2012. – 416 с.
6. Коновалова Т.И. Геосистемное картографирование. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. – 186 с.
7. Берлянт А.М. Теория геоизображений. – М.: ГЕОС, 2006. – 262 с.
8. Берлянт А.М. и др. Картоведение. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 477 с.
9. Востокова А.В., Кошель С.М., Ушакова Л.А. Оформление карт. Компьютерный дизайн. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 288 с.

10. Ландшафтно-интерпретационное картографирование / Под редакцией А.К. Черкашина. – Новосибирск: Наука, 2005. – 424 с.
11. Дейвис Ш.М., Ландгре Д.А., Филлипс Т.А. и др. Дистанционное зондирование: количественный подход. – М.: Недра, 1983. – 415 с.
12. Зейлер Майкл Моделирование нашего мира. – М.: Дата+, 2001. – 254 с.
13. Китов А.Д. Компьютерный анализ и синтез геоизображений. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 220 с.
14. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 336 с.
15. Компьютерный практикум по цифровой обработке изображений и созданию ГИС / Лурье И.К., Косиков А.Г., Ушакова Л.А. и др. – М.: Научный мир, 2004. – 148 с.
16. Коновалова Н.В., Капралов Е.Г. Введение в ГИС. – М.: Библион, 1997. – 160 с.
17. Королёв Ю.К. Общая геоинформатика. Ч. 1. Теоретическая геоинформатика. – М., 1998. – 118 с.
18. Кошкарев А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика. – М., 1993. – 213 с.
19. Бут Боб ArcGIS 3D Analyst. Руководство пользователя. – М.: Дата+, 2002. – 243 с.
20. Вьено Алета ArcCatalog. Руководство пользователя. – М.: Дата+, 2001. – 257 с.
21. МакКой Джилл, Джонстон Кевин ArcGIS Spatial Analyst. Руководство пользователя. – М.: Дата+, 2002. – 216 с. Минами Майкл ArcMap. Руководство пользователя. Часть I. – М.: Дата+, 2000. – 286 с.
22. Минами Майкл ArcMap. Руководство пользователя. Часть II. – М.: Дата+, 2000. – 220 с.
23. Новаковский Б.А., Прасолов С.В., Прасолова А.И. Цифровые модели рельефа реальных и абстрактных геополей. – М.: Научный мир, 2003. – 64 с.
24. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и её применение. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.
25. Такер Корей ArcToolbox. Руководство. – М.: Дата+, 2002. – 97 с.
26. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения / Шихов А.Н., Герасимов А.П., Пономарчук А.И. и др. – Пермь: Пермский государственный университет, 2020. – 192 с.
27. Тикунов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). – Смоленск: СГУ, 1997. – 367 с.
28. Томлинсон Роджер Ф. Думая о ГИС. Планирование географических информационных систем: руководство для менеджеров. – М.: Дата+, 2004. – 325 с.
29. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. – М., 1998. – 287 с.
30. Chrisman N. Exploring GIS. – New York, 1997. – 298 p.
31. Goodchild M., Kemp K. Core Curriculum in GIS. – Santa Barbara, 1991.
32. Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа. – Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2011. – 188 с.
33. Хромых О.В., Хромых В.В. Ландшафтный анализ Нижнего Притомья на основе ГИС: естественная динамика долинных геосистем и их изменения в результате антропогенного воздействия. – Томск: Изд-во НТЛ, 2011. – 160 с.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Хромых В.В., Хромых О.В. Пространственный анализ в ГИС. Учебно-методический комплекс / [Электронный ресурс]: интерактив. учеб. – Электрон. дан. и прогр. – Томск: Институт дистанционного образования ТГУ. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <http://ido.tsu.ru/bank.php?course=171> (17,8 Мб)
2. Хромых В.В. Технологии компьютерной обработки данных дистанционного зондирования. Учебно-методический комплекс / [Электронный ресурс]:

- интерактив. учеб. – Электрон. дан. и прогр. – Томск: Институт дистанционного образования ТГУ. – Режим доступа: <http://moodle.ido.tsu.ru/course/view.php?id=182>
3. Хромых В.В., Хромых О.В. Компьютерная графика для географов. Учебно-методический комплекс / [Электронный ресурс]: интерактив. учеб. – Электрон. дан. и прогр. – Томск: Институт дистанционного образования ТГУ. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <http://ido.tsu.ru/bank.php?course=169> (90,8 Мб)
  4. Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа [Электронный ресурс]: интерактив. учеб. – Электрон. дан. и прогр. – Томск: Институт дистанционного образования ТГУ. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Режим доступа: <http://www.ido.tsu.ru/bank.php?cat=52>
  5. [www.esri.com/ru-ru/home](http://www.esri.com/ru-ru/home) – сайт компании ESRI
  6. [www.dataplus.ru](http://www.dataplus.ru) – сайт компании «Дата+»
  7. [www.esri-cis.ru](http://www.esri-cis.ru) – сайт ESRI-CIS
  8. <https://www.arcgis.com/home/index.html> - сайт платформы ArcGIS Online
  9. <https://www.google.ru/intl/ru/earth/> – сайт геосервиса Google Earth.
  10. <http://gis-lab.info/forum/> – форум по ГИС и ДДЗ.
  11. <http://gis-lab.info/docs.html> – ссылки на электронные учебники и документацию по ГИС и ДДЗ.
  12. <http://www.sasgis.org/sasplaneta/> - SAS. Планета. Веб-картография и навигация.
  13. <https://nextgis.ru/> - Next. GIS.
  14. <https://www.qgis.org/ru/site/> - QGIS. Свободная географическая информационная система с открытым кодом.

### 13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
  - ArcGIS 10.3 (ESRI Inc.), тип лицензии: Advanced, плавающая на 25 рабочих мест;
  - ArcGIS Pro 2.9 (ESRI Inc.), корпоративная лицензия ТГУ;
  - QGIS;
  - Microsoft Office Standard 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint, Microsoft OneNote, Microsoft Publisher, Microsoft Outlook, Microsoft Office Web Apps (MS Word, Excel, PowerPoint, Outlook);
  - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- 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>
  - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
  - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
  - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
  - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
  - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>
- в) профессиональные базы данных:
  - Базы геоданных на весь мир Геологической службы США (цифровые карты, модели рельефа, космические снимки) – <https://earthexplorer.usgs.gov/>
  - Геосервис Google Earth – <https://www.google.ru/intl/ru/earth/>
  - Геосервис Open Street Map – <https://www.openstreetmap.org/>
  - Геосервис Сканэкс – <https://kosmosnimki.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Обучение дисциплине осуществляется с использованием следующих площадей и оборудования: лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов, компьютерной анимации и видеофильмов (аудитории № 311, 207, 215, 218, 108, 109 6-го учебного корпуса ТГУ); компьютерный ГИС-класс кафедры географии (аудитория № 318 6-го учебного корпуса ТГУ) в составе сервера и 11 персональных компьютеров на базе процессоров Intel Core i5.

При освоении дисциплины применяются учебные комплекты космических снимков и базы геоданных ГИС на районы долины Томи в окрестностях г. Томска и полигона географических практик в Июсском природном парке в Республике Хакасия (учебная ГИС «Июс»).

При проведении занятий с применением дистанционных образовательных технологий используется СДО Moodle (<https://moodle.tsu.ru/>).

#### **15. Информация о разработчиках**

Хромых Вадим Валерьевич – кандидат географических наук, доцент кафедры географии НИ ТГУ.