

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

«22» июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины  
**Технологии дистанционного зондирования с беспилотных летательных аппаратов и  
фотограмметрическая обработка данных**

по направлению подготовки  
**05.04.02 География**

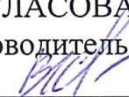
Направленность (профиль) подготовки:  
**«Цифровые технологии в географической науке и образовании»**


Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Магистр**

Год приема  
**2023**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.01.05

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
 В.В. Хромых

Председатель УМК  
 М.А. Каширо

## **1. Цель освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2 – способен планировать и выполнять технологические операции по работе с ГИС и данными дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) для создания геоинформационной продукции при организации проектов географической направленности.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Задачами освоения дисциплины является подготовка обучающегося к достижению следующих индикаторов компетенций:

ИПК-2.1. Разрабатывает техническое задание, определяет перечень необходимого оборудования, информационного и программного обеспечения, а также кадровых ресурсов для создания геоинформационной продукции при организации географических проектов.

ИПК-2.2. Осуществляет технологическое сопровождение комплекса операций по обработке ДДЗЗ.

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

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)». Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.01.05.

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, и входит в профессиональный модуль по выбору обучающихся «Геоинформационное картографирование и дистанционное зондирование в эколого-географических исследованиях». Дисциплина является обязательной для изучения обучающимися, выбравшими данный профессиональный модуль.

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

Семестр 3, экзамен.

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

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Основы цифровых геотехнологий», «Технологии цифровой обработки космических снимков».

Дисциплина будет полезна при прохождении преддипломной практики.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

– лекции: 8 ч.;

– практические занятия: 20 ч.;

в том числе практическая подготовка: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

Тема 1. Введение в дисциплину «Технологии дистанционного зондирования с БПЛА и фотограмметрическая обработка данных». Основные понятия. Физические основы дистанционного зондирования земной поверхности. Типы и характеристики

дистанционного зондирования: оптическое, радарное, гиперспектральное и тепловое. Принципы аэросъёмки земной поверхности при помощи лазерного сканера (лидара). Пространственное, спектральное, радиометрическое и временное разрешение съёмки.

Тема 2. Классификация БПЛА по видам платформ (носителей) и полезной нагрузке. Основные технические характеристики БПЛА. Рекомендуемые параметры при выборе рабочей станции для обработки данных с БПЛА.

Тема 3. Виды программного обеспечения при использовании БПЛА. Программное обеспечение для создания полётного задания и обработки аэросъёмочных данных. Программное обеспечение для создания картографической продукции при помощи БПЛА (обработка стерео аэрофотоснимков, облаков точек и данных гиперспектральной съёмки). Основные способы обработки отснятого материала для создания картографической продукции.

Тема 4. Принципы и основы фотограмметрии. История фотограмметрии. Камера обскура. Понятие и виды наклонных изображений. Геометрия снимка: рабочая часть и поля снимка. Главная точка снимка. Координатные вершины снимка. Базис снимка. Точка надира. Направление съёмки. Элементы внутреннего и внешнего ориентирования снимка. Аэрофотоаппарат и его основные параметры: фокусное расстояние, матрица фотоаппарата, экспозиция съёмки, экспонирование, фокальная плоскость.

Тема 5. Создание картографических произведений на основе съёмки с БПЛА (ортофотоплан, цифровая модель высот, трехмерная модель местности). Ошибки ортотрансформирования и причины их появления. Общая схема работы в Agisoft Metashape. Операция определения положения и ориентации камеры для каждого кадра и постройка разреженного облака точек. Геодезическая коррекция и пространственная привязка аэрофотоснимков

Тема 6. Нормативно-правовое регулирование правоотношений в области использования БПЛА. Особенности процедуры учета и регистрации БПЛА. Ответственность. Получение разрешения на полёт.

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

Успешное овладение знаниями по дисциплине «Технологии дистанционного зондирования с БПЛА и фотограмметрическая обработка данных» предполагает постоянную работу студентов в аудиторное (лекции, практические) и внеаудиторное время (самостоятельная работа). Проверка полученных знаний осуществляется на практических занятиях и устного экзамена. Должны быть выполнены 3 практических работы на оценку выше «удовлетворительно».

Порядок формирования компетенций, результаты обучения, критерии оценивания и перечень оценочных средств для текущего контроля по дисциплине приведены в Фондах оценочных средств для курса «Технологии дистанционного зондирования с беспилотных летательных аппаратов и фотограмметрическая обработка данных».

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

Экзамен в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам. Билет состоит из двух частей. В первой части – один теоретический вопрос, требующий развернутый ответ. Вторая часть содержит один вопрос из практической части.

Процедура проверки сформированности компетенций и порядок формирования итоговой оценки по результатам освоения дисциплины «Технологии дистанционного зондирования с беспилотных летательных аппаратов и фотограмметрическая обработка данных» описаны в Фондах оценочных средств для данного курса.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=25612>

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

в) План практических занятий по дисциплине:

- подготовка БПЛА и полезной нагрузки к съёмочным работам.
- создание полётного задания и работа с ГНСС оборудованием.
- создание ортофотоплана и цифровой модели поверхности в Agisoft Metashape.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- ГОСТ Р 59562-2021 Съёмка аэрофототопографическая. Технические требования. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. ГОСТ Р 59562 — 2021.
- ГОСТ Р 51833 Фотограмметрия. Термины и определения
- ГОСТ Р 57258 Системы беспилотные авиационные. Термины и определения
- ГОСТ Р 58854 Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомodelей застроенных территорий
- ГОСТ Р 59328 — 2021 Аэрофотосъёмка топографическая. Технические требования

б) дополнительная литература:

- Wolf, Bon A. Dewitt, and B. E. Wilkinson. 2014. Elements of Photogrammetry with Applications in GIS. 4th ed. New York: McGraw-Hill Education. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071761123>
- ГОСТ 21667 Картография. Термины и определения
- ГОСТ 22268 Геодезия. Термины и определения
- ГОСТ 28441 Картография цифровая. Термины и определения
- ГОСТ Р 52572 Географические информационные системы. Координатная основа. Общие требования
- ГОСТ Р 52928 Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения
- ГОСТ Р 53864 Глобальная навигационная спутниковая система. Сети геодезические спутниковые. Термины и определения

в) ресурсы сети Интернет:

- Новые требования к АФС. Как калибровать камеру? Электронный ресурс: URL: <https://www.youtube.com/watch?v=mtJQDszaifA>

Общественные организации в области фотограмметрии и дистанционного зондирования:

- Международное сообщество по фотограмметрии и дистанционному зондированию <https://www.isprs.org/>
- Американская ассоциация фотограмметрии и дистанционного зондирования (ASPRS) [www.asprs.org](http://www.asprs.org)
- Канадский институт геоматики (Canadian Institute of Geomatics) <https://www.cig-acsg.ca/>

## 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);
- Agisoft Metashape – Бесплатная 30-дневная лицензия для пробного использования;
- 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/>

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

Для проведения лекционных и практических занятий имеются аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием для демонстрации презентаций, слайдов и компьютерной анимации, интерактивной доской (аудитории № 207, 215, 218 шестого учебного корпуса ТГУ). При освоении дисциплины используются коллекции слайд-презентаций по всем разделам дисциплины, раздаточные материалы для выполнения практических работ.

Для выполнения практических работ, промежуточной аттестации студентов используется СДО Moodle (<https://moodle.tsu.ru/>).

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

Ерофеев Александр Анатольевич – кандидат географических наук, доцент кафедры географии геолого-географического факультета НИ ТГУ.