

**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №15 с. Бада»**

**Принята на заседании  
педагогического совета  
Протокол № 1  
от "30" 08 2021 г.**

**УТВЕРЖДЕНА**

Директор

МБОУ СОШ №15 с. Бада

Л.М. Полячкина



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ  
ПРОГРАММА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ  
«АЭРО ГЕО-КВАНТУМ»**

Возраст обучающихся: 13 - 18 лет

Срок реализации: 1 год

Составитель: Бахмач Олег Алексеевич

с. Бада, 2021 г.

## Содержание

**I. Пояснительная записка**

**II. Учебно-тематический план**

**III. Содержание учебно-тематического плана**

**IV. Материально-технические условия реализации программы**

**V. Список литературы**

## **I. Пояснительная записка**

**Актуальность:** Сегодня геоинформационные технологии стали неотъемлемой частью нашей жизни, любой современный человек пользуется навигационными сервисами, приложениями для мониторинга общественного транспорта и многими другими сервисами, связанными с картами. Эти технологии используются в совершенно различных сферах, начиная от реагирования при чрезвычайных ситуациях и заканчивая маркетингом. Курс «Геоинформационные технологии» позволяет сформировать у обучающихся устойчивую связь между информационным и технологическим направлениями на основе реальных пространственных данных, таких как аэрофотосъёмка, космическая съёмка, векторные карты и др. Это позволит обучающимся получить знания по использованию геоинформационных инструментов и пространственных данных для понимания и изучения основ устройства окружающего мира и природных явлений. Обучающиеся смогут реализовывать командные проекты в сфере исследования окружающего мира, начать использовать в повседневной жизни навигационные сервисы, космические снимки, электронные карты, собирать данные об объектах на местности, создавать 3D-объекты местности (как отдельные здания, так и целые города) и многое другое.

**Классификация программы:** техническая.

**Направленность образовательной программы:** образовательная программа «Геоинформационные технологии» является общеобразовательной программой по предметной области «Технология».

**Функциональное предназначение программы:** проектная.

**Форма организации:** групповая.

**Актуальность и отличительные особенности программы**

Новизна программы заключается в создании уникальной образовательной среды, формирующей проектное мышление обучающихся за счёт трансляции проектного способа деятельности в рамках решения конкретных проблемных ситуаций.

Актуальность программы обусловлена тем, что работа над задачами в рамках проектной деятельности формирует новый тип отношения в рамках системы «природа — общество — человек — технологии», определяющий обязательность экологической нормировки при организации любой деятельности, что является первым шагом к формированию «поколения развития», являющегося трендом развития современного общества.

Программа предполагает формирование у обучающихся представлений о тенденциях в развитии технической сферы. Новый техно-промышленный уклад не может быть положен в формат общества развития только на основании новизны физических принципов, новых технических решений и кластерных схем взаимодействия на постиндустриальном этапе развития социума, а идея развития общества непременно включает в себя тенденцию к обретению сонаправленности антропогенных факторов, законов развития биосферы и культурного развития.

Педагогическая целесообразность этой программы заключается в том, что она является целостной и непрерывной в течение всего процесса обучения и позволяет обучающемуся шаг за шагом раскрывать в себе творческие возможности и самореализовываться в современном мире. В процессе изучения окружающего мира обучающиеся получают дополнительное образование в области информатики, географии, математики и физики.

Отличительной особенностью данной программы от уже существующих образовательных программ является её направленность на развитие обучающихся в проектной деятельности современными методиками ТРИЗ и SCRUM с помощью современных технологий и оборудования.

**Возраст обучающихся:** обучающиеся 7-11 классов.

**Сроки реализации программы:** 136 часов.

**Наполняемость групп:** 10-15 человек.

**Режим занятий:** по 4 академических часа в неделю.

**Формы занятий:**

- работа над решением кейсов;
- лабораторно-практические работы;
- лекции;
- мастер-классы;
- занятия-соревнования;
- экскурсии;
- проектные сессии.

**Методы, используемые на занятиях:**

- практические (упражнения, задачи);
- словесные (рассказ, беседа, инструктаж, чтение справочной литературы);
- наглядные (демонстрация мультимедийных презентаций, фотографии);
- проблемные (методы проблемного изложения) — обучающимся даётся часть готового знания;
- эвристические (частично-поисковые) — обучающимся предоставляется большая возможность выбора вариантов;
- исследовательские — обучающиеся сами открывают и исследуют знания;
- иллюстративно-объяснительные;
- репродуктивные;
- конкретные и абстрактные, синтез и анализ, сравнение, обобщение, абстрагирование, классификация, систематизация, т. е. методы как мыслительные операции;
- индуктивные, дедуктивные.

1.1.1. Цели и задачи реализации основной образовательной программы основного общего образования

**Цель:** вовлечение обучающихся в проектную деятельность, разработка научно-исследовательских и инженерных проектов.

**Задачи:**

обучающие:

- приобретение и углубление знаний основ проектирования и управления проектами;
- ознакомление с методами и приёмами сбора и анализа информации;
- обучение проведению исследований, презентаций и межпредметной позиционной коммуникации;
- обучение работе на специализированном оборудовании и в программных средах;
- знакомство с хард-компетенциями (геоинформационными), позволяющими применять теоретические знания на практике в соответствии с современным уровнем развития технологий.

развивающие:

- формирование интереса к основам изобретательской деятельности;
- развитие творческих способностей и креативного мышления;
- приобретение опыта использования ТРИЗ при формировании собственных идей и решений;
- формирование понимания прямой и обратной связи проекта и среды его реализации, заложение основ социальной и экологической ответственности;
- развитие геопространственного мышления;
- развитие софт-компетенций, необходимых для успешной работы вне зависимости от выбранной профессии.

воспитательные:

- формирование проектного мировоззрения и творческого мышления;
- формирование мировоззрения по комплексной оценке окружающего мира, направленной на его позитивное изменение;
- воспитание собственной позиции по отношению к деятельности и умение сопоставлять её с другими позициями в конструктивном диалоге;

- воспитание культуры работы в команде.

### 1.1.2. Принципы и подходы к формированию образовательной программы основного общего образования

#### **Программа реализуется:**

- в непрерывно-образовательной деятельности, совместной деятельности, осуществляемой в ходе режимных моментов, где обучающийся осваивает, закрепляет и апробирует полученные умения;
- в самостоятельной деятельности обучающихся, где обучающийся может выбрать деятельность по интересам, взаимодействовать со сверстниками на равноправных позициях, решать проблемные ситуации и др.;
- во взаимодействии с семьями детей.

Программа может корректироваться в связи с изменениями:

- нормативно-правовой базы дошкольного образования;
- видовой структуры групп;
- образовательного запроса родителей.

#### **Подходы к формированию программы:**

- Личностно-ориентированный. Организация образовательного процесса с учётом главного критерия эффективности обучающегося — его личности. Механизм — создание условий для развития личности на основе изучения способностей обучающегося, его интересов, склонностей.

- Деятельностный. Организация деятельности в общем контексте образовательного процесса.

- Ценностный. Организация развития и воспитания на основе общечеловеческих ценностей, а также этических, нравственных и т. д.

- Компетентностный. Формирование готовности обучающихся самостоятельно действовать в ходе решения актуальных задач.

- Системный. Методологическое направление, в основе которого лежит рассмотрение обучающегося как целостного множества элементов из отношений и различных связей между ними.

- Диалогический. Организация процесса с учётом принципа диалога, субъект-субъектных отношений.

- Проблемный. Формирование программы с позиций комплексного и модульного представления её структуры как системы подпрограмм по образовательным областям и детским видам деятельности, способствующим целевым ориентирам развития.

- Культурологический. Организация процесса с учётом потенциала культуросообразного содержания дошкольного образования.

## **1.2. Планируемые результаты освоения обучающимися основной образовательной программы основного общего образования.**

### **1.2.1. Общие положения**

Программа даёт обучающимся возможность погрузиться во всё многообразие пространственных (геоинформационных) технологий. Программа знакомит обучающихся с геоинформационными системами и с различными видами геоданных, позволяет получить базовые компетенции по сбору данных и освоить первичные навыки работы с данными. Полученные компетенции и знания позволят обучающимся применить их почти в любом направлении современного рынка. Освоив программу, обучающиеся смогут выбрать наиболее интересную для них технологическую направленность, которой они будут обучаться в рамках углублённого модуля.

Программа затрагивает такие темы, как: «Основы работы с пространственными данными», «Ориентирование на местности», «Основы фотографии», «Самостоятельный сбор данных», «3D-моделирование местности и объектов местности», «Геоинформационные системы (ГИС)», «Визуализация и представление результатов».

В основе разработанной программы лежит Методический инструментарий федерального тьютора Быстрова Антона Юрьевича «Сеть детских технопарков “Кванториум”. Вводный модуль».

Программа ориентирована на дополнительное образование обучающихся школьного возраста 7-11 класса.

Максимальное количество обучающихся в группе — 15 человек.

### **1.2.2. Структура планируемых результатов**

Планируемые результаты опираются на ведущие целевые установки, отражающие основной, сущностный вклад каждой изучаемой программы в развитие личности, обучающихся, их способностей.

В структуре планируемых результатов выделяются следующие группы:

1. Личностные результаты освоения основной образовательной программы представлены в соответствии с группой личностных результатов.
2. Метапредметные результаты освоения основной образовательной программы представлены в соответствии с подгруппами универсальных учебных действий.
3. Предметные результаты освоения основной образовательной программы представлены в соответствии с группами результатов учебного предмета.

### **1.2.3. Личностные результаты**

*Программные требования к уровню воспитанности (личностные результаты):*

- сформированность внутренней позиции обучающегося, эмоционально-положительное отношение обучающегося к школе, ориентация на познание нового;
- ориентация на образец поведения «хорошего ученика»;
- сформированность самооценки, включая осознание своих возможностей в учении, способности адекватно судить о причинах своего успеха/неуспеха в учении; умение видеть свои достоинства и недостатки, уважать себя и верить в успех;
- сформированность мотивации к учебной деятельности;
- знание моральных норм и сформированность морально-этических суждений, способность к решению моральных проблем на основе координации различных точек зрения, способность к оценке своих поступков и действий других людей с точки зрения соблюдения/нарушения моральной нормы.

*Программные требования к уровню развития:*

- сформированность пространственного мышления, умение видеть объём в плоских предметах;
- умение обрабатывать и систематизировать большое количество информации;
- сформированность креативного мышления, понимание принципов создания нового продукта;
- сформированность усидчивости, многозадачности;
- сформированность самостоятельного подхода к выполнению различных задач, умение работать в команде, умение правильно делегировать задачи.

### **1.2.4. Метапредметные результаты**

#### **География**

Выпускник научится:

- выбирать источники географической информации (картографические, статистические, текстовые, видео- и фотоизображения, компьютерные базы данных), адекватные решаемым задачам;
- ориентироваться в источниках географической информации (картографические, статистические, текстовые, видео- и фотоизображения, компьютерные базы данных): находить и извлекать необходимую информацию; определять и сравнивать качественные и количественные показатели, характеризующие географические объекты, процессы и явления, их положение в пространстве по географическим картам разного содержания и другим источникам; выявлять недостающую, взаимодополняющую и/или противоречивую географическую информацию, представленную в одном или нескольких источниках;

- представлять в различных формах (в виде карты, таблицы, графика, географического описания) географическую информацию, необходимую для решения учебных и практико-ориентированных задач.

Выпускник получит возможность научиться:

- моделировать географические объекты и явления;
- приводить примеры практического использования географических знаний в различных областях деятельности.

### **Математика**

Статистика и теория вероятностей

Выпускник научится:

- представлять данные в виде таблиц, диаграмм;
- читать информацию, представленную в виде таблицы, диаграммы.

В повседневной жизни и при изучении других предметов выпускник сможет:

- извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию, представленную в таблицах и на диаграммах, отражающую свойства и характеристики реальных процессов и явлений.

### **Наглядная геометрия**

Геометрические фигуры

Выпускник научится:

- оперировать на базовом уровне понятиями: фигура, точка, отрезок, прямая, луч, ломаная, угол, многоугольник, треугольник и четырёхугольник, прямоугольник и квадрат, окружность и круг, прямоугольный параллелепипед, куб, шар. Изображать изучаемые фигуры от руки и с помощью линейки и циркуля.

В повседневной жизни и при изучении других предметов выпускник сможет:

- решать практические задачи с применением простейших свойств фигур.

Измерения и вычисления

Выпускник научится:

- выполнять измерение длин, расстояний, величин углов с помощью инструментов для измерений длин и углов.

### **Физика**

Выпускник научится:

- соблюдать правила безопасности и охраны труда при работе с учебным и лабораторным оборудованием;
- понимать принципы действия машин, приборов и технических устройств, условия их безопасного использования в повседневной жизни;
- использовать при выполнении учебных задач научно-популярную литературу о физических явлениях, справочные материалы, ресурсы интернета.

### **Информатика**

Выпускник научится:

- различать виды информации по способам её восприятия человеком и по способам её представления на материальных носителях;
- приводить примеры информационных процессов (процессов, связанных с хранением, преобразованием и передачей данных) в живой природе и технике;
- классифицировать средства ИКТ в соответствии с кругом выполняемых задач.

### **Математические основы информатики**

Выпускник получит возможность:

- познакомиться с примерами математических моделей и использованием компьютеров при их анализе; понять сходства и различия между математической моделью объекта и его натурной моделью, между математической моделью объекта/явления и словесным описанием.

### **Использование программных систем и сервисов**

Выпускник научится:

- классифицировать файлы по типу и иным параметрам;
- выполнять основные операции с файлами (создавать, сохранять, редактировать, удалять, архивировать, «распаковывать» архивные файлы).

Выпускник овладеет (как результат применения программных систем и интернет-сервисов в данном курсе и во всём образовательном процессе):

- навыками работы с компьютером; знаниями, умениями и навыками, достаточными для работы с различными видами программных систем и интернет-сервисов (файловые менеджеры, текстовые редакторы, электронные таблицы, браузеры, поисковые системы, словари, электронные энциклопедии); умением описывать работу этих систем и сервисов с использованием соответствующей терминологии;
- различными формами представления данных (таблицы, диаграммы, графики и т. д.);
- познакомится с программными средствами для работы с аудиовизуальными данными и соответствующим понятийным аппаратом.

Выпускник получит возможность (в данном курсе и иной учебной деятельности):

- практиковаться в использовании основных видов прикладного программного обеспечения (редакторы текстов, электронные таблицы, браузеры и др.);
- познакомиться с примерами использования математического моделирования в современном мире;
- познакомиться с постановкой вопроса о том, насколько достоверна полученная информация, подкреплена ли она доказательствами подлинности (пример: наличие электронной подписи); познакомиться с возможными подходами к оценке достоверности информации (пример: сравнение данных из разных источников);
- познакомиться с примерами использования ИКТ в современном мире;
- получить представления о роботизированных устройствах и их использовании на производстве и в научных исследованиях.

### **Технология**

Результаты, заявленные образовательной программой «Технология» по блокам содержания  
Формирование технологической культуры и проектно-технологического мышления обучающихся

Выпускник научится:

- следовать технологии, в том числе в процессе изготовления субъективно нового продукта;
- оценивать условия применимости технологии, в том числе с позиций экологической защищённости;
- прогнозировать по известной технологии выходы (характеристики продукта) в зависимости от изменения входов/параметров/ресурсов, проверять прогнозы опытно-экспериментальным путём, в том числе самостоятельно планируя такого рода эксперименты;
- в зависимости от ситуации оптимизировать базовые технологии (затратность — качество), проводить анализ альтернативных ресурсов, соединять в единый план несколько технологий без их видоизменения для получения сложносоставного материального или информационного продукта;
- проводить оценку и испытание полученного продукта;
- проводить анализ потребностей в тех или иных материальных или информационных продуктах;
- описывать технологическое решение с помощью текста, рисунков, графического изображения;
- анализировать возможные технологические решения, определять их достоинства и недостатки в контексте заданной ситуации;
- проводить и анализировать разработку и/или реализацию прикладных проектов, предполагающих:
  - определение характеристик и разработку материального продукта, включая его моделирование в информационной среде (конструкторе), встраивание созданного информационного продукта в заданную оболочку,
  - изготовление информационного продукта по заданному алгоритму в заданной оболочке;
  - проводить и анализировать разработку и/или реализацию технологических проектов, предполагающих:



- оптимизацию заданного способа (технологии) получения требуемого материального продукта (после его применения в собственной практике),
- разработку (комбинирование, изменение параметров и требований к ресурсам) технологии получения материального и информационного продукта с заданными свойствами;
- проводить и анализировать разработку и/или реализацию проектов, предполагающих:
  - планирование (разработку) материального продукта в соответствии с задачей собственной деятельности (включая моделирование и разработку документации),
  - планирование (разработку) материального продукта на основе самостоятельно проведённых исследований потребительских интересов.

Выпускник получит возможность научиться:

- выявлять и формулировать проблему, требующую технологического решения;
- модифицировать имеющиеся продукты в соответствии с ситуацией/заказом/потребностью/задачей деятельности и в соответствии с их характеристиками разрабатывать технологию на основе базовой технологии;
- технологизировать свой опыт, представлять на основе ретроспективного анализа и унификации деятельности описание в виде инструкции или технологической карты.

### **1.2.5. Предметные результаты**

*Программные требования к знаниям (результаты теоретической подготовки):*

- правила безопасной работы с электронно-вычислительными машинами и средствами для сбора пространственных данных;
- основные виды пространственных данных;
- составные части современных геоинформационных сервисов;
- профессиональное программное обеспечение для обработки пространственных данных;
- основы и принципы аэросъёмки;
- основы и принципы работы глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС);
- представление и визуализация пространственных данных для непрофессиональных пользователей;
- принципы 3D-моделирования;
- устройство современных картографических сервисов;
- представление и визуализация пространственных данных для непрофессиональных пользователей;
- дешифрирование космических изображений;
- основы картографии.

*Программные требования к умениям и навыкам (результаты практической подготовки):*

- самостоятельно решать поставленную задачу, анализируя и подбирая материалы и средства для её решения;
- создавать и рассчитывать полётный план для беспилотного летательного аппарата;
- обрабатывать аэросъёмку и получать точные ортофотопланы и автоматизированные трёхмерные модели местности;
- моделировать 3D-объекты;
- защищать собственные проекты;
- выполнять оцифровку;
- выполнять пространственный анализ;
- создавать карты;
- создавать простейшие географические карты различного содержания;
- моделировать географические объекты и явления;
- приводить примеры практического использования географических знаний в различных областях деятельности.

### 1.3. Система оценки достижения планируемых результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования

Виды контроля:

- промежуточный контроль, проводимый во время занятий;
- итоговый контроль, проводимый после завершения всей учебной программы.

Формы проверки результатов:

- наблюдение за обучающимися в процессе работы;
- игры;
- индивидуальные и коллективные творческие работы;
- беседы с обучающимися и их родителями.

Формы подведения итогов:

- выполнение практических работ;
- тесты;
- анкеты;
- защита проекта.

Итоговая аттестация обучающихся проводится по результатам подготовки и защиты проекта.

Для оценивания деятельности обучающихся используются инструменты само- и взаимооценки.

2.2. Примерные программы учебных предметов, курсов (УТП, где как пример прописано «Кейс 1 — 10 часов», после краткое описание, что это за кейс, описание почасовое выносим уже в сам кейс).

#### Примерное учебно-тематическое планирование:

№ п/п	Раздел программы учебного курса	Кол-во часов
1	Знакомство. Техника безопасности. Вводное занятие («Меня мир»).	2
2	Введение в геоинформационные технологии. Кейс 1: «Современные карты, или Как описать Землю?». Кейс знакомит обучающихся с разновидностями данных. Решая задачу кейса, обучающиеся проходят следующие тематики: карты и основы их формирования; изучение условных знаков и принципов их отображения на карте; системы координат и проекций карт, их основные характеристики и возможности применения; масштаб и др. вспомогательные инструменты формирования карты.	14
3	Кейс 2: «Глобальное позиционирование “Найди себя на земном шаре”». Несмотря на то, что навигаторы и спортивные трекеры стали неотъемлемой частью нашей жизни, мало кто знает принцип их работы. Пройдя кейс, обучающиеся узнают про ГЛОНАСС/GPS — принципы работы, историю, современные системы, применение. Применение логгеров. Визуализация текстовых данных на карте. Создание карты интенсивности.	8
4	Фотографии и панорамы. Раздел, посвящённый истории и принципам создания фотографии. Обучающиеся познакомятся с техникой создания фотографии, познакомятся с возможностями применения фотографии как средства создания чего-либо.	14

5	Основы аэрофотосъёмки. Применение беспилотных авиационных систем в аэрофотосъёмке. Кейс 3.1: «Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?». Объёмный кейс, который позволит обучающимся освоить полную технологическую цепочку, используемую коммерческими компаниями. Устройство и принципы функционирования БПЛА, основы фото- и видеосъёмки и принципов передачи информации с БПЛА, обработка данных с БПЛА.	62
6	Кейс 3.2: «Изменение среды в своём населенном пункте». Продолжение кейса 3.1. Обучающиеся, имея в своём распоряжении электронную 3D-модель школы, продолжают вносить изменения в продукт с целью благоустройства территории. Обучающиеся продолжают совершенствовать свой навык 3D-моделирования, завершая проект.	18
7	Подготовка защиты проекта.	6
8	Защита проектов.	2
9	Заключительное занятие. Подведение итогов работы.	2

### 2.2.1. Общие положения

Программа «Геоинформационные технологии», являясь необходимым компонентом общего образования всех обучающихся, предоставляет им возможность применять на практике знания основ наук. Программа является фактически единственным школьным учебным курсом, отражающим в своём содержании общие принципы преобразующей деятельности человека и все аспекты материальной культуры. Курс направлен на овладение обучающимися навыками конкретной предметно-преобразующей деятельности, создание новых ценностей, что, несомненно, соответствует потребностям развития общества. В рамках «Технологии» происходит знакомство с миром профессий и ориентация обучающихся на работу в различных сферах общественного производства. Тем самым обеспечивается преемственность перехода обучающихся от общего к профессиональному образованию и трудовой деятельности.

Программа предмета «Технология» обеспечивает формирование у обучающихся технологического мышления. Схема технологического мышления (потребность — цель — способ — результат) позволяет наиболее органично решать задачи установления связей между образовательным и жизненным пространством, образовательными результатами, полученными при изучении различных предметных областей, а также собственными образовательными результатами (знаниями, умениями, универсальными учебными действиями и т. д.) и жизненными задачами. Кроме того, схема технологического мышления позволяет вводить в образовательный процесс ситуации, дающие опыт принятия прагматичных решений на основе собственных образовательных результатов, начиная от решения бытовых вопросов и заканчивая решением о направлениях продолжения образования, построением карьерных и жизненных планов. Таким образом, программа «Геоинформатика» позволяет сформировать у обучающихся ресурс практических умений и опыта, необходимых для разумной организации собственной жизни; создаёт условия для развития инициативности, изобретательности, гибкости мышления.

Учебно-воспитательный процесс направлен на формирование и развитие различных сторон обучающихся, связанных с реализацией как их собственных интересов, так и интересов окружающего мира. При этом гибкость программы позволяет вовлечь обучающихся с различными способностями. Большой объём проектных работ позволяет учесть интересы и особенности личности каждого обучающегося. Занятия основаны на личностно-ориентированных технологиях обучения, а также системно-деятельностном методе обучения.

Данная программа предполагает вариативный подход, так как в зависимости от обучающегося позволяет увеличить или уменьшить объём той или иной темы, в том числе и сложность, а также порядок проведения занятий.

### 2.2.2. Основное содержание учебных предметов на уровне основного общего образования

На протяжении курса программы обучающиеся познакомятся с различными геоинформационными системами, узнают, в каких областях применяется геоинформатика, какие задачи может решать, а также смогут сами применять её в своей повседневной жизни. Обучающиеся базово усвоят принцип позиционирования с помощью ГНСС. Узнают, как можно организовать сбор спутниковых данных, как они представляются в текстовом виде и как их можно визуализировать. В рамках программы выберут проектное направление, научатся ставить задачи, исследовать проблематику, планировать ведение проекта и грамотно распределять роли внутри команды.

Обучающиеся смогут познакомиться с историей применения беспилотных летательных аппаратов. Узнают о современных беспилотниках, смогут решить различные задачи с их помощью. Узнают также и об основном устройстве современных беспилотных систем. Обучающиеся узнают, как создаётся полётное задание для беспилотников. Как производится запуск и дальнейшая съёмка с помощью БАС. А также получают такие результаты съёмки, как ортофотоплан и трёхмерные модели.

Обучающиеся углубятся в технологию обработки геоданных путём автоматизированного моделирования объектов местности. Самостоятельно смогут выполнить съёмку местности по полётному заданию. Создадут 3D-модели.

Обучающиеся ознакомятся с различными устройствами прототипирования. Узнают общие принципы работы устройств, сферы их применения и продукты деятельности данных устройств. Обучающиеся научатся готовить 3D-модели для печати с помощью экспорта данных. Дополняют модели по данным аэрофотосъёмки с помощью ручного моделирования. Применяют устройства для прототипирования для печати задания.

Обучающиеся изучат основы в подготовке презентации. Создадут её. Подготовятся к представлению реализованного прототипа. Представят его, защищая проект.

## 3.1. Примерный учебный план основного общего образования

### 3.1.1. Примерный календарный учебный график на 2021/2022 учебный год

**Период обучения** — октябрь-май.

**Количество учебных недель** — 34.

**Количество часов** — 128.

**Режим проведения занятий:** 2 раза в неделю.

Праздничные и выходные дни (по производственному календарю при шестидневной рабочей неделе):

Каникулярный период:

№ п/п	Месяц	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Форма контроля
1	Октябрь	Л/ПР	2	Знакомство. Техника безопасности. Вводное занятие (Меня мир+).	Беседа
2	Октябрь	Л/ПР	2	Необходимость карты в современном мире. Сферы применения, перспективы использования карт.	Беседа
3	Октябрь	Л/ПР	2	Векторные данные на картах. Знакомство с веб-ГИС. Цвет	Беседа

				как атрибут карты. Знакомство с картографическими онлайн-сервисами. Свет и цвет. Роль цвета на карте. Как заставить цвет работать на себя?	
5	Октябрь	Л/ПР	10	Создание и публикация собственной карты.	Демонстрация решения кейса
6	Ноябрь	Л/ПР	1	Системы глобального позиционирования.	Беседа
7	Ноябрь	Л/ПР	2	Применение спутников для позиционирования.	Демонстрация решения кейса
8	Ноябрь	Л/ПР	2	История фотографии. Фотография как способ изучения окружающего мира. Характеристики фотоаппаратов. Получение качественного фотоснимка	Беседа
10	Ноябрь	Л/ПР	4	Создание сферических панорам. Основные понятия. Необходимое оборудование. Техника съёмки сферических панорам различной аппаратурой.	Беседа
11	Ноябрь	Л/ПР	9	Создание сферических панорам. Шивка полученных фотографий. Коррекция и ретушь панорам.	Тестирование
12	Декабрь	Л/ПР	1	Фотограмметрия и ее влияние на современный мир.	Беседа
13	Декабрь	Л/ПР	2	Сценарии съёмки объектов для последующего построения их в трехмерном виде.	Беседа
14	Декабрь	Л/ПР	6	Принцип построения трехмерного изображения на компьютере. Работа в фотограмметрическом ПО - Agisoft Metashape или аналогичном. Обработка отснятого материала.	Беседа
15	Декабрь	Л/ПР	2	Беспилотник в геоинформатике. Устройство и применение дрона.	Беседа
16	Январь	Л/ПР	1	Технические особенности БПЛА.	Беседа

17	Январь- Апрель	Л/ПР	28	Пилотирование БПЛА.	Тестировани е
18	Февраль- Май	Л/ПР	16	Использование беспилотника для съемки местности.	Демонстраци я решения кейса
19	Март	Л/ПР	5	Возникающие проблемы при создании 3D-моделей. Способы редактирования трехмерных моделей.	Беседа
20	Март	Л/ПР	8	Технологии прототипирования. Устройства для воссоздания трехмерных моделей. Работа с 3D-принтером.	Беседа
21	Март	Л/ПР	1	Физические и химические свойства пластика для 3D-принтера. Печать трёхмерной модели школы.	Тестировани е
22	Март	Л/ПР	2	Работа в ПО для ручного трехмерного моделирования – ScetchUP или аналогичном.	Беседа
23	Март - Апрель	Л/ПР	10	Экспортирование трехмерных файлов. Проектирование собственной сцены.	Беседа
24	Апрель	Л/ПР	4	Печать модели на 3D-принтере. Оформление трехмерной вещественной модели.	Беседа
25	Май	ПР	4	Подготовка защиты проекта.	
26	Май	ПР	2	Защита проектов.	Демонстраци я решения кейсов
27	Май	Л/ПР	2	Заключительное занятие. Подведение итогов работы. Планы по доработке.	

### 3.2. Система условий реализации основной общеобразовательной программы

3.2.1. Описание кадровых условий реализации основной образовательной программы основного общего образования (описание компетенций наставника)

Наставник программы «Геоинформатика» работает на стыке самых актуальных знаний по направлению геопространственных технологий, а также генерирует новые подходы и решения, воплощая их в реальные проекты. Наставник является грамотным специалистом в области геоинформационных систем, следит за новостями своей отрасли, изучает новые технологии. Обладает навыками проектной деятельности, внедряя её принципы в процесс обучения.

Наставник в равной степени обладает как системностью мышления, так и духом творчества; мобилен, умеет работать в команде, критически мыслить, анализировать и обобщать опыт, генерировать новое, умеет ставить задачи и решать их, а также работать в условиях

неопределённости и в рамках проектной парадигмы. Помимо этого, наставник обладает педагогической харизмой.

#### 4. Содержание курса

##### Основные разделы программы учебного курса

###### 1) Введение в основы геоинформационных систем и пространственных данных.

Обучающиеся познакомятся с различными современными геоинформационными системами. Узнают, в каких областях применяется геоинформатика, какие задачи может решать, а также как обучающиеся могут сами применять её в своей повседневной жизни.

###### 2) Урок работы с ГЛОНАСС.

Обучающиеся базово усвоят принцип позиционирования с помощью ГНСС. Узнают, как можно организовать сбор спутниковых данных, как они представляются в текстовом виде и как их можно визуализировать.

###### 3) Выбор проектного направления и распределение ролей.

Выбор проектного направления. Постановка задачи. Исследование проблематики. Планирование проекта. Распределение ролей.

###### 4) Устройство и применение беспилотников.

Обучающиеся познакомятся с историей применения БАС. Узнают о современных БАС, какие задачи можно решать с их помощью. Узнают также основное устройство современных БАС.

###### 5) Основы съёмки с беспилотников.

Обучающиеся узнают, как создаётся полётное задание для БАС. Как производится запуск и дальнейшая съёмка с помощью БАС. А также какие результаты можно получить и как это сделать (получение ортофотоплана и трёхмерной модели).

###### 6) Углублённое изучение технологий обработки геоданных.

Автоматизированное моделирование объектов местности с помощью Agisoft PhotoScan.

###### 7) Сбор геоданных.

Аэрофотосъёмка, выполнение съёмки местности по полётному заданию.

###### 8) Обработка и анализ геоданных.

Создание 3D-моделей.

###### 9) Изучение устройства для прототипирования.

Ознакомление с устройствами прототипирования, предоставленными обучающимся. Обучающиеся узнают общие принципы работы устройств, а также когда они применяются и что с их помощью можно получить.

###### 10) Подготовка данных для устройства прототипирования.

Подготовка 3D-моделей, экспорт данных, подготовка заданий по печати.

###### 11) Прототипирование.

Применение устройств прототипирования (3D-принтер).

###### 12) Построение пространственных сцен.

Дополнение моделей по данным аэрофотосъёмки с помощью ручного моделирования и подготовка к печати на устройствах прототипирования.

###### 13) Подготовка презентаций.

Изучение основ в подготовке презентации. Создание презентации. Подготовка к представлению реализованного прототипа.

###### 14) Защита проектов.

Представление реализованного прототипа.

#### 4.1. Тематическое планирование

№ п/п	Разделы программы учебного курса	Всего часов
1	Знакомство. Техника безопасности. Вводное занятие («Меня мир»).	2
2	Введение в геоинформационные технологии. Кейс 1: «Современные карты, или Как описать Землю?».	14

2.1.	Необходимость карты в современном мире. Сферы применения, перспективы использования карт.	2
2.2.	Векторные данные на картах. Знакомство с Веб-ГИС. Цвет как атрибут карты. Знакомство с картографическими онлайн-сервисами.	1
2.3.	Свет и цвет. Роль цвета на карте. Как заставить цвет работать на себя?	1
2.4.	Создание и публикация собственной карты.	10
<b>3</b>	<b>Кейс 2: «Глобальное позиционирование “Найди себя на земном шаре”».</b>	<b>3</b>
3.1.	Системы глобального позиционирования.	1
3.2.	Применение спутников для позиционирования.	2
<b>4</b>	<b>Фотографии и панорамы.</b>	<b>15</b>
4.1.	История фотографии. Фотография как способ изучения окружающего мира.	1
4.2.	Характеристики фотоаппаратов. Получение качественного фотоснимка.	1
4.3.	Создание сферических панорам. Основные понятия. Необходимое оборудование. Техника съёмки сферических панорам различной аппаратурой (камеры смартфонов без штативов, цифровые фотоаппараты со штативами и т. д.).	4
4.4.	Создание сферических панорам. Сшивка полученных фотографий. Коррекция и ретушь панорам.	9
<b>5</b>	<b>Основы аэрофотосъёмки. Применение БАС (беспилотных авиационных систем) в аэрофотосъёмке (Кейс 3.1: «Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?»).</b>	<b>70</b>
5.1.	Фотограмметрия и её влияние на современный мир.	1
5.2.	Сценарии съёмки объектов для последующего построения их в трёхмерном виде.	2
5.3.	Принцип построения трёхмерного изображения на компьютере. Работа в фотограмметрическом ПО — Agisoft PhotoScan или аналогичном. Обработка отснятого материала.	6
5.4.	Беспилотник в геоинформатике. Устройство и применение дрона.	2
5.5.	Технические особенности БПЛА.	2
5.6.	Пилотирование БПЛА.	28
5.7.	Использование беспилотника для съёмки местности.	16
5.8.	Возникающие проблемы при создании 3D-моделей. Способы редактирования трёхмерных моделей.	5
5.9.	Технологии прототипирования. Устройства для воссоздания трёхмерных моделей. Работа с 3D-принтером.	8
5.10.	Физические и химические свойства пластика для 3D-принтера. Печать трёхмерной модели школы.	4
<b>6.</b>	<b>Кейс 3.2: «Изменение среды в своем населенном пункте».</b>	<b>16</b>
6.1.	Работа в ПО для ручного трёхмерного моделирования — SketchUp или аналогичном.	2
6.2.	Экспортирование трёхмерных файлов. Проектирование собственной сцены.	10
6.3.	Печать модели на 3D-принтере. Оформление трёхмерной вещественной модели.	4
<b>7</b>	<b>Подготовка защиты проекта.</b>	<b>4</b>
<b>8</b>	<b>Защита проектов.</b>	<b>4</b>



9	<b>Заключительное занятие. Подведение итогов работы. Планы по доработке.</b>	2
	<b>Итого:</b>	<b>136</b>

<b>Кейсы, входящие в программу</b>	<b>Краткое содержание</b>
Кейс 1. Современные карты, или Как описать Замлю?	Кейс знакомит обучающихся с разновидностями данных. Решая задачу кейса, обучающиеся проходят следующие тематики: карты и основы их формирования; изучение условных знаков и принципов их отображения на карте; системы координат и проекций карт, их основные характеристики и возможности применения; масштаб и др. вспомогательные инструменты формирования карты.
Кейс 2. Глобальное позиционирование «Найди себя на земном шаре».	Несмотря на то, что навигаторы и спортивные трекаеры стали неотъемлемой частью нашей жизни, мало кто знает принцип их работы. Пройдя кейс, обучающиеся узнают про ГЛОНАСС/GPS — принципы работы, историю, современные системы, применение. Применение логгеров. Визуализация текстовых данных на карте. Создание карты интенсивности.
Кейс 3.1. Аэрофотосъёмка. «Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?». Кейс 3.2. Изменение среды вокруг школы.	Объёмный кейс, который позволит обучающимся освоить полную технологическую цепочку, используемую коммерческими компаниями. Устройство и принципы функционирования БПЛА, Основы фото- и видеосъёмки и принципов передачи информации с БПЛА, обработка данных с БПЛА.  Продолжение кейса 3.1. Обучающиеся, имея в своём распоряжении электронную 3D-модель школы, продолжают вносить изменения в продукт с целью благоустройства района. Обучающиеся продолжают совершенствовать свой навык 3D-моделирования, завершая проект.

4.2.4. Материально-технические условия реализации основной образовательной программы (по сути, объединение всех ресурсов, прописанных в кейсах)

### Список оборудования

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование</b>	<b>Краткие технические характеристики</b>	<b>Ед. изм.</b>	<b>Кол-во</b>
<b>1</b>	<b>Компьютерный класс ИКТ</b>			
1.1.	МФУ (принтер, сканер, копир)	Минимальные: формат А4, лазерный, ч/б.	шт.	1
1.2.	Ноутбук наставника с предустановленной операционной системой, офисным программным обеспечением	Ноутбук: производительность процессора (по тесту PassMark — CPU Benchmark <a href="http://www.cpubenchmark.net/">http://www.cpubenchmark.net/</a> ): не менее 2000 единиц; объём оперативной памяти: не менее 4 Гб; объём накопителя SSD/eMMC: не менее 128 Гб; ПО для просмотра и редактирования текстовых документов, электронных таблиц и презентаций распространённых форматов (.odt, .txt, .rtf, .doc, .docx, .ods, .xls, .xlsx, .odp, .ppt, .pptx).	шт.	1

1.3.	Ноутбук с предустановленной операционной системой, офисным программным обеспечением	Ноутбук: не ниже Intel Pentium N (или Intel Celeron N), не ниже 1600 МГц, 1920x1080, 4Gb RAM, 128Gb SSD; производительность процессора: не менее 2000 единиц; ПО для просмотра и редактирования текстовых документов, электронных таблиц и презентаций распространённых форматов (.odt, .txt, .rtf, .doc, .docx, .ods, .xls, .xlsx, .odp, .ppt, .pptx).	шт.	15
1.4.	Интерактивный комплекс	Количество одновременных касаний— не менее 20.	шт.	1
<b>2</b>	<b>Урок технологии</b>			
2.1.	Аддитивное оборудование			
2.2.	3D-оборудование (3D-принтер)	Минимальные: тип принтера: FDM; материал: PLA; рабочий стол: с подогревом; рабочая область (XYZ): от 180x180x180 мм; скорость печати: не менее 150 мм/сек; минимальная толщина слоя: не более 15 мкм; формат файлов (основные): STL, OBJ; закрытый корпус: наличие.	шт.	1
2.3.	Пластик для 3D-принтера	Толщина пластиковой нити: 1,75 мм; материал: PLA; вес катушки: не менее 750 гр.	шт.	15
2.4.	ПО для 3D-моделирования	Облачный инструмент САПР/АСУП, охватывающий весь процесс работы с изделиями — от проектирования до изготовления.		
	Дополнительное оборудование			
2.5.	Шлем виртуальной реальности	Общее разрешение не менее 2160x1200 (1080x1200 для каждого глаза), угол обзора не менее 110; наличие контроллеров — 2 шт.; наличие внешних датчиков — 2 шт.; разъём для подключения наушников: наличие; встроенная камера: наличие.	комплект	1
2.6.	Штатив для крепления базовых станций	Комплект из двух штативов. Совместимость со шлемом виртуальной реальности, п.2.3.1.	комплект	1
2.7.	Ноутбук с ОС для VR-шлема	Количество ядер процессора - не менее 4 Тактовая частота процессора - не менее 2500 МГц Видеокарта - не ниже Nvidia GTX 1060, 6 Гб видеопамять Объем оперативной памяти - не менее 8 гб.	шт.	1
2.8.	Многопользовательская система виртуальной реальности с 6-координатным отслеживанием положения пользователей	Требования к системе виртуальной реальности: поддержка мобильных шлемов виртуальной реальности под управлением ОС Android; поддержка управляющих контроллеров с возможностью 6-координатного отслеживания положения в пространстве; технология полной компенсации лага (anti-latency): изображение должно выводиться для точек, в которых окажутся левый и правый глаза пользователя через время, которое должно пройти с момента начала определения местоположения глаз пользователя до момента окончания вывода изображения.; площадь отслеживания пользователей – не менее 16 кв. м; количество пользователей – не менее 3 чел. Требования к системе отслеживания положения пользователей (трекинга): тип системы отслеживания: 6-координатная система	Комплект	1

		<p>отслеживания;</p> <p>общий вес одного устройства трекинга — не более 20 г;</p> <p>технология: оптико-инерциальный трекинг, активные маркеры, работающие в инфракрасном диапазоне;</p> <p>угол обзора оптической системы — не менее 230 градусов;</p> <p>время отклика системы трекинга — не более 2 мс;</p> <p>размещение сенсоров: на объекте отслеживания;</p> <p>сенсоры, используемые для отслеживания шлемов виртуальной реальности и для отслеживания движений рук пользователей, должны быть идентичными и взаимозаменяемыми;</p> <p>размещение активных маркеров: напольное;</p> <p>все компоненты системы трекинга должны монтироваться на пол, без необходимости потолочного/настенного монтажа;</p> <p>наличие сенсоров в составе единого устройства трекинга: акселерометр, гироскоп, оптический сенсор;</p> <p>частота отслеживания положения пользователя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- акселерометр: не менее 2000 выборок/с;</li> <li>- гироскоп: не менее 2000 выборок/с;</li> <li>- оптический сенсор: не менее 60 выборок/с;</li> </ul> <p>погрешность отслеживания положения пользователя в пространстве на площади 6 м x 6 м — не более 10 мм;</p> <p>минимальное количество пользователей, поддерживаемое системой трекинга, не менее 3 чел.</p> <p>Требования к показателям хранения, транспортировки и настройки:</p> <p>время полного развёртывания и настройки системы для площади отслеживания 16 кв. м — не более 90 мин;</p> <p>необходимость калибровки в процессе эксплуатации — отсутствует;</p> <p>температура хранения: -30°С .. + 50°С.</p> <p>Требования к способам управления интерактивными моделями:</p> <p>поддержка 6-координатного отслеживания положения управляющих устройств в пространстве.</p> <p>Требования к программному обеспечению:</p> <p>поддержка системой трекинга операционных систем: Windows, Android;</p> <p>предоставление неограниченной по времени использования простой (неисключительной) лицензии на коммерческое использование программного обеспечения системы трекинга на один шлем с ОС Android (бессрочная лицензия) — 3 шт.</p> <p>Общие требования:</p> <p>наличие мобильных шлемов виртуальной реальности Oculus Go или аналог — 3 шт.;</p> <p>наличие комплекта проводов и зарядных устройств для бесперебойной работы.</p>		
2.9.	Фотограмметрическое ПО	ПО для обработки изображений и определения формы, размеров, положения и иных характеристик объектов на плоскости или в пространстве.	шт.	1
2.10.	Квадрокоптер Mavic Air	Компактный квадрокоптер с трёхосевым стабилизатором, камерой 4К, максимальной дальностью передачи не менее 6 км.	шт.	1
2.11.	Квадрокоптер DJI Tello	Квадрокоптер с камерой, вес не более 100 г в сборе с пропеллером и камерой;	шт.	3
3	<b>Медиазона</b>			

3.1	Фотоаппарат с объективом	Количество эффективных пикселей — не менее 20 млн.	шт.	1
3.2	Видеокамера	Планшет (для обеспечения совместимости с п 2.3.6) с примерными характеристиками: диагональ/разрешение: не менее 2048x1536 пикселей; диагональ экрана: не менее 9.7"; встроенная память (ROM): не менее 32 ГБ; разрешение фотокамеры: не менее 8 Мп; вес: не более 510 г; высота: не более 250 мм.	шт.	1
3.3	Карта памяти для фотоаппарата/видеокамеры	Объём памяти — не менее 64 Гб, класс не ниже 10.	шт.	2
3.4	Штатив	Максимальная нагрузка: не более 5 кг; максимальная высота съёмки: не менее 148 см	шт.	1

4.2.5. Информационно-методические условия реализации основной образовательной программы основного общего образования (список внешних метод. материалов) (ссылки на доп. материалы — прописываем в кейсах)

#### Список источников литературы:

1. Алмазов, И.В. Сборник контрольных вопросов по дисциплинам «Аэрофотография», «Аэросъёмка», «Аэрокосмические методы съёмки» / И.В. Алмазов, А.Е. Алтынов, М.Н. Севастьянова, А.Ф. Стеценко — М.: изд. МИИГАиК, 2006. — 35 с.
2. Баева, Е.Ю. Общие вопросы проектирования и составления карт для студентов специальности «Картография и геоинформатика» / Е.Ю. Баева — М.: изд. МИИГАиК, 2014. — 48 с.
3. Макаренко, А.А. Учебное пособие по курсовому проектированию по курсу «Общегеографические карты» / А.А. Макаренко, В.С. Моисеева, А.Л. Степанченко под общей редакцией Макаренко А.А. — М.: изд. МИИГАиК, 2014. — 55 с.
4. Верещака, Т.В. Методическое пособие по использованию топографических карт для оценки экологического состояния территории / Т.В. Верещака, Качаев Г.А. — М.: изд. МИИГАиК, 2013. — 65 с.
5. Редько, А.В. Фотографические процессы регистрации информации / А.В. Редько, Константинова Е.В. — СПб.: изд. ПОЛИТЕХНИКА, 2005. — 570 с.
6. Косинов, А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Учебное пособие / А.Г. Косинов, И.К. Лурье под ред. А.М.Берлянта — М.: изд. Научный мир, 2003. — 168 с.
7. Радиолокационные системы воздушной разведки, дешифрирование радиолокационных изображений / под ред. Школьного Л.А. — изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. — 530 с.
8. Киенко, Ю.П. Основы космического природоведения: учебник для вузов / Ю.П. Киенко — М.: изд. Картгеоцентр — Геодезиздат, 1999. — 285 с.
9. Иванов, Н.М. Баллистика и навигация космических аппаратов: учебник для вузов — 2-е изд., перераб. и доп. / Н.М.Иванов, Л.Н. Лысенко — М.: изд. Дрофа, 2004. — 544 с.
10. Верещака, Т.В. Методическое пособие по курсу «Экологическое картографирование» (лабораторные работы) / Т.В. Верещакова, И.Е. Курбатова — М.: изд. МИИГАиК, 2012. — 29 с.
11. Иванов, А.Г. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Цифровая картография». Для студентов 3 курса по направлению подготовки «Картография и геоинформатика» / А.Г. Иванов, С.А. Крылов, Г.И. Загребин — М.: изд. МИИГАиК, 2012. — 40 с.
12. Иванов, А.Г. Атлас картографических проекций на крупные регионы Российской Федерации: учебно-наглядное издание / А.Г. Иванов, Г.И. Загребин — М.: изд. МИИГАиК, 2012. — 19 с.

13. Петелин, А. 3D-моделирование в SketchUp 2015 — от простого к сложному. Самоучитель / А. Петелин — изд. ДМК Пресс, 2015. — 370 с., ISBN: 978-5-97060-290-4.
14. Быстров, А.Ю. Применение геоинформационных технологий в дополнительном школьном образовании. В сборнике: Экология. Экономика. Информатика / А.Ю. Быстров, Д.С. Лубнин, С.С. Груздев, М.В. Андреев, Д.О. Дрыга, Ф.В. Шкуров, Ю.В. Колосов — Ростов-на-Дону, 2016. — С. 42–47.
15. GISGeo — <http://gisgeo.org/>.
16. ГИС-Ассоциации — <http://gisa.ru/>.
17. GIS-Lab — <http://gis-lab.info/>.
18. Портал внеземных данных — <http://carsrv.mexlab.ru/geoportal/#body=mercury&proj=sc&loc=%280.17578125%2C0%29&zoom=2>.
19. OSM — <http://www.openstreetmap.org/>.
20. Быстров, А.Ю. Геоквантум тулкит. Методический Инструментарий наставника / А.Ю. Быстров, — Москва, 2019. — 122 с., ISBN 978-5-9909769-6-2.

## Кейс 1. Современные карты, или Как описать Землю?

Решая задачу, обозначенную в кейсе, обучающиеся получают первичные навыки картографического дизайна, сами создадут свою первую карту. Получат базовые знания для создания своего собственного геопортала.

### Описание:

мэр вашего города выступал перед обучающимися одной из школ и рассказал, что завтра в город должна приехать звезда мирового уровня, но у неё мало времени для путешествия, и поэтому она хочет изучить карту города и, возможно, проехать по нескольким самым интересным местам. Мэр посетовал, что по городу нет креативного экскурсионного маршрута, существующие карты города морально и физически устарели, а если показать карту из Яндексa, то звезда вряд ли запомнит город. Один из обучающихся школы подумал: а почему бы ему вместе с друзьями не взяться за эту задачу? Какой маршрут и карту вы можете сделать, чтобы звезде запомнился город?

### Категория кейса:

вводный; рассчитан на обучающихся 7 класса.

### Вопросы к кейсу:

1. Попросите обучающихся предложить собственные пути решения данной проблемы.
2. Попросите обучающихся вспомнить интересные места, которые они хотели бы показать звезде.
3. Попросите обучающихся найти примеры маршрутов и карт на ваш город или показать их любимые карты.
4. Выберите звезду, которая приезжает в город. Это может быть ваш город или село, либо любое другое место на планете. Попробуйте сделать её карту эмпатии.

Покажите современные интерактивные карты, например, <http://metrocosm.com/global-migration-map.html>.

1. Чем эта карта отличается от печатных карт?
2. Почему эта карта выглядит именно так?
3. Какие данные использовали, чтобы её создать?
4. Каких общепринятых элементов нет на этой карте?
5. А что нужно, чтобы создать карту?

### Место кейса в структуре программы:

рекомендуется к выполнению после вводного занятия «Меняй мир».

Основы работы с пространственными данными, геоинформационные системы, визуализация и представление результатов.

**Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс:** 7 часов.

### Учебно-тематическое планирование:

<b>Занятие 1 (2 часа)</b>	
<b>Цель:</b> понять потребности заказчика и чем его можно заинтересовать. Изучить основы работы с пространственными данными. Узнать, что такое карта сегодня.	
<b>Что делаем:</b> делаем карту эмпатии звезды. Изучаем современные электронные карты, сервисы и др. Изучаем проекции, соревнуемся в «Пазле Меркатора».	<b>Компетенции:</b> <b>Hard Skills:</b> знание современных технологий картографирования. Знание проекции. <b>Soft Skills:</b> навыки командной работы, креативное мышление.
<b>Занятие 2 (2 часа)</b>	
<b>Цель:</b> узнать основные принципы работы в ГИС, научиться работать с отображением векторных данных.	

<p><b>Что делаем:</b> изучаем основы геоинформационных систем.</p>	<p><b>Компетенции:</b> Hard Skills: умение работать в Веб-ГИС. Умение работать с векторными данными. Soft Skills: пространственное мышление, нацеленность на результат, навыки планирования.</p>
<p><b>Занятие 3 (1 час)</b></p>	
<p><b>Цель:</b> изучить и освоить основы работы с цветовыми схемами на картах и картографическим дизайном.</p>	
<p><b>Что делаем:</b> изучаем цветовые круги, цветовые модели на компьютере. Отображение цвета в различных палитрах на карте.</p>	<p><b>Компетенции:</b> Hard Skills: умение создавать цветовые схемы для карт. Знание подходов по эффективной визуализации геоданных. Soft Skills: креативное мышление, нацеленность на результат.</p>
<p><b>Занятие 4 (2 часа)</b></p>	
<p><b>Цель:</b> создать собственную карту с маршрутом или точками интереса.</p>	
<p><b>Что делаем:</b> дорабатываем карту эмпатии, делаем карту пользовательского пути. Мозговой штурм. Формируем собственный дизайн карты, точки интереса или маршрут.</p>	<p><b>Компетенции:</b> Hard Skills: умение работать в Веб-ГИС. Умение работать с векторными данными. Умение использовать базовые принципы дизайн-мышления. Soft Skills: навыки командной работы, навыки планирования, навыки целеполагания, аналитическое мышление.</p>

**Методы работы с кейсом:** проектная деятельность.

**Минимально необходимый уровень входных компетенций:**

работа с компьютером, знание видов графических данных.

**Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:**

**Формируемые навыки:**

Профессиональные (Hard Skills):

- знание основ создания современных карт;
- умение работать с проекциями;
- владение простейшими навыками работы в ГИС;
- умение загружать пространственные данные;
- умение оформлять векторные карты.

Универсальные (Soft Skills):

- пространственное мышление;
- навыки командной работы;
- креативное мышление;
- нацеленность на результат;
- навыки целеполагания;
- навыки планирования.

**Артефакты:** создание электронной карты собственного оформления (дизайна).

**Процедуры и формы выявления образовательного результата:**

презентация и защита проделанной работы, публикация полученного результата в Веб. Критериальное оценивание продуктов проектной деятельности, само- и взаимооценка обучающихся.

Презентация проекта.

Выставка.

## Обзор занятия

**Ключевые понятия:**

дизайн-мышление,  
картографирование,

проекция,  
геоид,  
векторные данные,  
геопортал,  
геоинформационные слои,  
генерализация,  
цветовая схема.

#### **Ход кейса:**

- Создание карты эмпатии.
- Знакомство с понятием «форма Земли».
- Изучение основ создания карт и проекции.
- Игра в «Пазл Меркатора» (<https://bramus.github.io/mercator-puzzle-redux/>).
- Изучение классификация карт.
- Изучение современных электронных карт (геопорталов).
- Изучение функционала геопорталов.
- Изучение цветовых основ картографии.
- Создание собственной карты.
- Определение и нанесение на карту объектов интереса либо маршрута.
- Тестирование карты (масштабирование, перемещение по карте, нажатие на объекты) и сравнение со сторонними картами.
- Модификация своей карты.
- Подведение итогов.

**Время:** 7 часов.

#### **Необходимые расходные материалы и оборудование:**

Оборудование:

- компьютер;
- интернет;
- Scanex GeoMixer, NextGIS Web или аналогичный сервис;

Материалы:

- Google Maps, Яндекс.Карты, навигаторы, школьные уроки географии;
- векторные данные OSM;
- печатные карты;
- модели тел;
- глобусы;
- Бумага А4
- Маркеры или фломастеры
- Флипчарт + бумага

#### **Список используемых источников:**

1. «Геознание» — информационно-консультационная среда.
2. Инструкция по работе с программным обеспечением (Scanex GeoMixer).
3. Open street map — OSM.org.
4. Примеры красочных карт — Carto, Metrocosm, ArcGIS и др.
5. Майкл ДеМерс. Географические информационные системы. Основы / Дата+, 1999. — 498 с.
6. Евгений Капралов, Александр Кошкарев, Владимир Тикунов, Ирина Лурье, В. Семин, Балис Серапинас, В. Сидоренко, А. Симонов. Геоинформатика. В двух книгах / Academia, 2010. — 432 с. — ISBN 978-5-7695-6821-3.
7. Пиньде Фу, Цзюлинь Сунь. Веб-ГИС: Принципы и применение / Дата+, 2013. — 356 с.
8. <http://metrocosm.com/global-migration-map.html>.
9. <https://bramus.github.io/mercator-puzzle-redux/>.
10. <https://www.travelpod.com/traveler-iq>.

## **Кейс 2. Глобальное позиционирование «Найди себя на земном шаре»**



## Описание:

мэрия нашего города решила сделать комплексное благоустройство улиц города (расширить пешеходную зону, положить плитку, сделать велодорожки и красивые общественные места). И мэр просит детский технопарк «Кванториум» определить места, которые требуют благоустройства. Как мы сможем наиболее объективно определить, какие территории требуют благоустройства в первую очередь, а какие — во вторую?

## Категория кейса:

вводный; рассчитан на обучающихся 7 класса.

## Вопросы к кейсу:

1. Найдите примеры решения этой проблемы в других городах.
2. Эффективен ли будет опрос населения?
3. Какие способы будут точны и эффективны?
4. Как современные технологии могут помочь?

Исследуйте портал <http://www.stuffin.space/>.

1. Что вы видите на этом сайте?
2. Для чего они (спутники) используются?
3. Как это работает?
4. Найти любой спутник ГЛОНАСС (GLONASS) и GPS (NAVSTAR).
5. Ознакомиться с характеристиками и орбитой полёта.
6. Найти самый «старый» и самый «молодой» спутники российской системы ГЛОНАСС.
7. Что будет, если не контролировать околоземное пространство?
8. Может ли ГЛОНАСС помочь в решении нашей проблемы?

## Место кейса в структуре программы:

рекомендуется к выполнению после кейса «Современные карты, или Как описать Землю?».

Ориентирование на местности, сбор данных, геоинформационные системы.

**Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс:** 4 часа.

## Учебно-тематическое планирование:

Занятие 1 (2 часа)	
<b>Цель:</b> изучить основы систем глобального позиционирования.	
Что делаем: изучаем проблематику, историю, виды и принципы работы глобальных навигационных спутниковых систем, применение.	Компетенции: Hard Skills: знание основ работы ГЛОНАСС и факторов, влияющих на сигнал. Soft Skills: пространственное мышление, структурное мышление, логическое мышление, умение анализировать информацию.
Занятие 2 (2 часа)	
<b>Цель:</b> узнать принципы применения ГЛОНАСС для позиционирования.	
Что делаем: работаем с логгером, записываем трек, визуализируем на карте. Проводим анализ выбранных мест.	Компетенции: Hard Skills: умение работать с логгером, визуализацией навигационных данных на карте; умение работать с Веб-ГИС. Soft Skills: пространственное мышление, нацеленность на результат, навыки планирования.

**Методы работы с кейсом:** *практическая работа с элементами проектной деятельности.*

## Минимально необходимый уровень входных компетенций:

работа в Microsoft Excel, знание типов пространственных данных, работа в ГИС.

**Предполагаемые образовательные результаты обучающихся, формируемые навыки:**

## Формируемые навыки:

#### Профессиональные (Hard Skills):

- понимание основ работы ГЛОНАСС, орбитальных характеристик космических аппаратов;
- умение работать с логгером;
- умение собирать и визуализировать данные на карте.

#### Универсальные (Soft Skills):

- пространственное мышление;
- навыки командной работы;
- креативное, структурное и логическое мышление;
- умение поиска и анализа информации;
- навыки выработки и принятия решений.

**Артефакты:** создание собственной карты интенсивности.

#### **Процедуры и формы выявления образовательного результата:**

презентация и защита проделанной работы, публикация полученной карты интенсивности в Веб. Критериальное оценивание продуктов проектной деятельности, само- и взаимооценка обучающихся.

Презентация проекта.

Выставка.

### Обзор занятия

#### **Ключевые понятия:**

глобальное позиционирование,  
навигация,  
точность,  
трекинг,  
визуализация,  
Heatmap,  
технологии WPS, GeoIP, A-GPS, GSM и др.,  
геотегинг.

#### **Ход кейса:**

- Введение в проблематику.
- Изучение околоземного пространства.
- Изучение развития приборов и средств для навигации.
- Знакомство с базовыми принципами работы ГНСС.
- Изучение факторов, влияющих на точность.
- Знакомство с современными системами навигации.
- Изучение примеров применения данных спутниковой навигации.
- Разбор принципа работы и устройства порталов, использующих ГЛОНАСС/GPS.
- Планирование решения задачи.
- Создание карты с помощью набора для создания карты интенсивности.
- Изучение устройства логгера.
- Сбор пространственных данных.
- Визуализация.
- Анализ полученного результата и недостатков.
- Изучение современных систем визуализации пространственных данных.
- Подведение итогов.

**Время:** 4 часа

#### **Необходимые расходные материалы и оборудование:**

Оборудование:

- компьютер,
- интернет,
- защищённый планшет или мобильное устройство,
- приложение-логгер (NextGIS Logger или аналог),
- геопортал (GeoMixer, ArcGIS Online или аналог),

Материалы:

- Бумага А4

- Напечатанные космические снимки на территорию поселка или города
- Маркеры или фломастеры
- Флипчарт + бумага

#### **Список используемых источников:**

1. «Геознание» — информационно-консультационная среда.
2. Инструкция по работе с программным обеспечением (NextGIS Logger) — Nextgis.ru.
3. GISGeo (примеры применения собираемых данных) — <http://gisgeo.org/>.
4. Уроки ArcGIS Online — <https://learn.arcgis.com/ru/>.
5. Владимир Бартнев, Александр Гречкосеев, Дмитрий Козорез, Михаил Красильщиков, Владимир Пасынков, Герман Себряков, Кирилл Сыпало. Современные и перспективные информационные ГНСС-технологии в задачах высокоточной навигации / ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 200 с. — ISBN 978-5-9221-1577-3.
6. Ю. Песков. Морская навигация с ГЛОНАСС/GPS / Моркнига, 2010. — 148 с. — ISBN: 978-5-903080-86-1.
7. Google Maps, Яндекс.Карты, навигаторы, Яндекс.Такси/Яндекс.Транспорт, Instagram, Facebook, VK и др.
8. <http://www.stuffin.space/>.
9. <http://www.flightradar24.com/>, <http://www.marinetraffic.com/ru/>.

### **Кейс 3. Для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?**

Решая проблему, обозначенную в кейсе, обучающиеся научатся разбираться в видах беспилотных летательных аппаратов, выполнять съёмку с БПЛА, узнают, как получать точные данные дистанционного зондирования Земли с помощью БПЛА. Кейс направлен на формирование компетенций по получению и использованию аэросъёмки. Обучающиеся научатся ставить задачу на сбор данных, составлять полётные задания и обрабатывать данные аэросъёмки. Обрабатывать 3D-модели, полученные автоматизированно, экспортировать их для дальнейшего использования в виртуальной реальности.

#### **Описание:**

к нам обратилось руководство региона. Оно проводит конкурс по благоустройству территорий школ. Суть конкурса заключается в том, что лучший со всего региона проект, сделанный обучающимися, будет реализован. Но одним из главных критериев для победы проекта является его проработанность. У вас появилась уникальная возможность сделать комфортную и удобную среду вокруг школы именно для себя.

Важно отметить, что ключевыми критериями являются точность проекта и реалистичность его визуализации.

#### **Категория кейса:**

вводный; рассчитан на обучающихся 7 класса.

#### **Вопросы к кейсу:**

1. Найдите примеры наиболее интересных на ваш взгляд проектов по благоустройству общественных пространств в целом и школ в частности.
2. Почему именно эти проекты вам интересны и из каких элементов они сформированы?
3. Какие технические средства использовались для того, чтобы сделать этот проект (с помощью какого программного обеспечения можно сделать подобный проект)?
4. Как можно при наименьших трудозатратах сделать собственный проект благоустройства?
5. Важна ли точность и учёт размеров реальных объектов при создании проектов?
6. Какие данные можно использовать как основу для работы?
7. А как нам может помочь коптер (БПЛА)?

Запустите беспилотный летательный аппарат (БПЛА).

8. Что такое БПЛА?

9. Как устроен и работает БПЛА?
10. Какие данные он позволяет получить?
11. Чем аэросъёмка с БПЛА отличается от космической съёмки?

**Место кейса в структуре программы:**

сбор данных. Основы фотографии. Геоинформационные системы. Визуализация и представление результатов. 3D-моделирование местности и объектов на местности. Рекомендуется к выполнению после раздела «Фотографии и панорамы».

**Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс: 39 часов.**

**Учебно-тематическое планирование:**

<b>Занятие 1 (1 час)</b>	
<b>Цель:</b> изучить и отработать основы фотограмметрии.	
<b>Что делаем:</b> знакомимся с фотограмметрией и её влиянием на современный мир.	<b>Компетенции:</b> <b>Hard Skills:</b> знание принципов построения трёхмерного изображения на компьютере. <b>Soft Skills:</b> логическое мышление, структурное мышление, пространственное мышление.
<b>Занятие 2 (2 часа)</b>	
<b>Цель:</b> изучить и отработать основы фотограмметрии.	
<b>Что делаем:</b> изучаем различные сценарии съёмки объектов для последующего построения их в трёхмерном виде.	<b>Компетенции:</b> <b>Hard Skills:</b> знание принципов построения трёхмерного изображения на компьютере. Навыки съёмки для дальнейшей фотограмметрической обработки. <b>Soft Skills:</b> пространственное мышление, аналитическое мышление.
<b>Занятие 3 (4 часа)</b>	
<b>Цель:</b> изучить и отработать основы фотограмметрии.	
<b>Что делаем:</b> обрабатываем отснятый материал.	<b>Компетенции:</b> <b>Hard Skills:</b> навыки работы в фотограмметрическом ПО. <b>Soft Skills:</b> навык командной работы.
<b>Занятие 4 (2 часа)</b>	
<b>Цель:</b> узнать принцип работы и устройство БПЛА.	
<b>Что делаем:</b> изучаем, что такое БПЛА и где он используется.	<b>Компетенции:</b> <b>Hard Skills:</b> знание основных узлов БПЛА. <b>Soft Skills:</b> пространственное мышление, структурное мышление.
<b>Занятие 5 (2 часа)</b>	

<b>Цель:</b> узнать принцип работы и устройство БПЛА.	
<b>Что делаем:</b> изучаем типовое устройство БПЛА.	<b>Компетенции:</b> Hard Skills: умение работать с коптером. Soft Skills: структурное мышление.
<b>Занятие 6 (6 часов)</b>	
<b>Цель:</b> пилотирование БПЛА. Планирование аэросъёмки и съёмка по заданию.	
<b>Что делаем:</b> запускаем коптер, учимся управлять БПЛА. Рассчитываем полётное задание для съёмки с коптера.	<b>Компетенции:</b> Hard Skills: умение запускать коптер, управлять БПЛА. Умение составлять полётное задание для получения данных с необходимыми характеристиками. Soft Skills: пространственное мышление, навык выработки и принятия решений.
<b>Занятие 7 (6 часов)</b>	
<b>Цель:</b> изучить основы аэрофотосъёмки, съёмки земли с воздуха. Создание ортофотоплана и 3D-моделирование местности.	
<b>Что делаем:</b> знакомимся с разновидностью и особенностями аэрофотосъёмки. Выполняем съёмку, анализ данных. Обрабатываем: создаём ортофотоплан, автоматизированную трёхмерную модель.	<b>Компетенции:</b> Hard Skills: знание характеристик и особенностей аэрофотосъёмки. Умение запускать коптер, работать в фотограмметрическом ПО. Умение получать ортофотоплан и 3D-модель. Soft Skills: нацеленность на результат, аналитическое мышление.
<b>Занятие 8 (3 часа)</b>	
<b>Цель:</b> получение ортофотоплана и 3D-моделирование местности.	
<b>Что делаем:</b> выполняем анализ полученных данных, делаем соревнование на точность местности.	<b>Компетенции:</b> Hard Skills: умение работать в фотограмметрическом ПО. Знание основ анализа и оценки данных. Soft Skills: аналитическое мышление, навыки работы в команде.
<b>Занятие 9 (2 часа)</b>	
<b>Цель:</b> узнать принцип работы и устройство 3D-принтера.	
<b>Что делаем:</b> знакомимся с технологией 3D-печати, разновидностями 3D-принтеров, их устройством.	<b>Компетенции:</b> Hard Skills: умение работать с 3D-принтером. Навыки работы в ПО для 3D-печати.

	Soft Skills: структурное мышление, нацеленность на результат.
<b>Занятие 10 (1 час)</b>	
<b>Цель:</b> узнать о материалах для 3D-печати.	
<b>Что делаем:</b> знакомимся с видами пластика, их физическими и химическими свойствами.	<b>Компетенции:</b> Hard Skills: умение разбираться в видах пластика для 3D-печати. Soft Skills: логическое мышление, навык выработки и принятия решений.
<b>Занятие 11 (10 часов)</b>	
<b>Цель:</b> совершенствование навыков 3D-моделирования.	
<b>Что делаем:</b> знакомимся с ПО для ручного трёхмерного моделирования, моделируем благоустройство для полученной трёхмерной модели, выполняем печать готовой трёхмерной модели, оформляем конечный продукт.	<b>Компетенции:</b> Hard Skills: умение работать с трёхмерными файлами разного формата, навык работы в ПО для трёхмерного моделирования, проведение оценки полученного продукта. Soft Skills: пространственное мышление, аналитическое мышление, командная работа, креативность.

**Методы работы с кейсом:** проектная деятельность.

**Минимально необходимый уровень входных компетенций:**

знание типов пространственных данных, знание основ фотографирования, знание Microsoft Excel, математические многочлены.

**Предполагаемые образовательные результаты обучающихся:**

**Формируемые навыки:**

Профессиональные (Hard Skills):

- знания и навыки в сфере фотограмметрии;
- знание устройства БПЛА;
- навыки пилотирования БПЛА;
- знание принципов аэрофотосъёмки и работы с БПЛА;
- умение строить полётное задание для БПЛА;
- умение обрабатывать аэросъёмку;
- умение строить 3D-модели зданий и местности;
- навыки 3D-печати.

Универсальные (Soft Skills):

- пространственное мышление;
- навыки командной работы;
- нацеленность на результат;
- структурное и логическое мышление;
- навыки выработки и принятия решений.

**Артефакты:** создание собственного полётного задания, ортофотоплана, 3D-модели; проект благоустройства (3D-сцена).

**Процедуры и формы выявления образовательного результата:**

презентация и защита проделанной работы, публикация полученного результата в Веб, в виртуальной реальности и с использованием макета. Критериальное оценивание продуктов проектной деятельности, само- и взаимооценка обучающихся.

Презентация проекта.  
Выставка.

## Обзор занятия

### Ключевые понятия:

аэрофотосъёмка;  
носители и съёмочные аппараты;  
классификация (маршрутная, линейная) аэросъёмки;  
высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования;  
фотомозаика;  
ортофотоплан;  
фотограмметрия;  
взаимное ориентирование;  
облако точек;  
триангуляция;  
текстура;  
контрольные точки;  
3D-печать.

### Ход кейса:

- ✓ Введение в проблематику.
- ✓ Основы фотограмметрии.
- ✓ Запуск БПЛА.
- ✓ Изучение истории аэрофотографии. Классификация носителей и съёмочных аппаратов. ТТХ некоторых носителей и камер.
- ✓ Изучение состава беспилотного комплекса (наземная станция, полезная нагрузка, БПЛА, навигационная система). Основные составляющие и устройство БПЛА.
- ✓ Знакомство с примерами существующих БПЛА. Отличительные особенности (в сравнении с большой авиацией).
- ✓ Изучение основных характеристик БПЛА (вес, вес полезной нагрузки, полётное время, допустимая скорость ветра и т. д.).
- ✓ Разбор устройства БПЛА.
- ✓ Основы пилотирования БПЛА.
- ✓ Изучение видов получаемых материалов.
- ✓ Составление классификации (маршрутная, линейная) аэросъёмки.
- ✓ Разбор основных параметров аэросъёмки (высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования).
- ✓ Построение фотомозаики из архивных аэроснимков.
- ✓ Расчёт аэросъёмочных параметров (размер пикселя, высота аэросъёмки, размер кадра на местности, базис, перекрытие).
- ✓ Создание полётного задания для БПЛА Phantom.
- ✓ Проведение полётов по заданию. Техника безопасности, основы управления, описание последовательности действий.
- ✓ Обработка материалов АФС Phantom 3.
- ✓ Фильтрация материалов аэросъёмки.
- ✓ Знакомство с ПО Agisoft Photoscan. Загрузка фотографий в Photoscan.
- ✓ Выравнивание фотографий (взаимное ориентирование).
- ✓ Построение плотного облака точек.
- ✓ Построение модели (триангуляция).
- ✓ Наложение текстуры на модель. Просмотр результата.
- ✓ Привязка модели. Создание контрольных точек и линеек. Контроль точности выравнивания.
- ✓ Анализ полученного результата и недостатков.
- ✓ Способы редактирования трёхмерных моделей, полученных автоматизированно.
- ✓ Технологии прототипирования. Устройства для воссоздания трёхмерных моделей. Работа с 3D-принтером.
- ✓ Проектирование собственной сцены.

- ✓ Подготовка защиты проекта.
- ✓ Подведение итогов.

**Время:** 39 часов

**Необходимые расходные материалы и оборудование:**

Оборудование:

- компьютер,
- интернет,
- ПО для обработки данных аэросъемки (Agisoft Metashape или аналог),
- квадрокоптер,
- фотоаппарат,
- 3D-принтер,
- ПО для 3D-моделирования (SketchUp или аналог)
- VR-шлем или очки,

Материалы:

- Бумага А4
- Маркеры или фломастеры
- Флипчарт + бумага
- Возможно: картон, ножницы, клей
- пластик для 3D-принтера.

**Список используемых источников:**

1. «Геознание» — информационно-консультационная среда.
2. Инструкция по работе с программным обеспечением (Agisoft Metashape, Scanex GeoMixer).
3. Цикл статей по решению практических задач в ГИС — Gislabs.ru.
4. Основы аэрофотосъемки — <http://unmanned.ru/service/aerophoto.htm>.
5. Видеоинструкция — <https://www.youtube.com/watch?v=liYtjLlm8eI>.