**Пояснительная записка**

Программа разработана на основе общеобразовательной программы

«Геоинформационные технологии» авторы: Быстров А.Ю., Фоминых А.А.Москва 2019, фонд новых форм развития образования, в рамках проекта «Точка роста».

**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 непреложно 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 получат дополнительное образование в области информатики, географии, математики и физики.

Отличительной особенностью данной программы от уже су- ществующих 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 5-9 классов.

**Сроки реализации программы:** 68 часов.

**Наполняемость групп:** 12-15 человек.

# 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 пре- доставляется 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.

# Цели и задачи реализации основной образовательной про- граммы 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 эко- логической 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.

**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.

**Планируемые результаты освоения обучающимися основной образовательной программы основного общего образования** (обязательно проверить разбиение по личностным, предметным и т. д.)

# 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».

Вводный модуль».

Программа ориентирована на дополнительное образование обучающихся школьного возраста 5-9 классов.

Максимальное количество обучающихся в группе — 15 человек.

# 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.

# 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.

**Метапредметные результаты** География Выпускник научится:

выбирать источники географической информации (картогра- фические, 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 ис-пользованием 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/пара- метров/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 требующегося 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 си- туацией/заказом/потребностью/задачей деятельности и в соответствии с их характеристиками разрабатывать технологию на основе базовой технологии;
* технологизировать свой опыт, представлять на основе ре- троспективного анализа и унификации деятельности описание в виде инструкции или технологической карты.

# 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.

**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.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Разделы программы учебного курса** | **Количе** |
| **п/п** | **ство** |
|  | **часов** |
|  | **Образовательная** |  |
|  | **часть** |  |
| 1 | Знакомство. Техника безопасности. Вводное занятие | 2 |
| («Меняя мир»). |
| 2 | Введение в геоинформационные технологии. Кейс 1: | 7 |
| «Современные карты, или Как описать Землю?». |
| Кейс знакомит обучающихся с разновидностями дан- |
| ных. Решая задачу кейса, обучающиеся проходят сле- |
| дующие тематики: карты и основы их |
| формирования; |
| изучение условных знаков и принципов их отображе- |
| ния на карте; системы координат и проекций карт, |
| их основные характеристики и возможности |
| применения; масштаб и др. вспомогательные |
| инструменты формирования карты. |
| 3 | Кейс 2: «Глобальное позиционирование “Найди | 4 |
| 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. |
| 4 | Фотографии и панорамы. | 9 |
| Раздел, посвящённый истории и принципам создания |
| фотографии. Обучающиеся познакомятся с техникой |
| создания фотографии, познакомятся с |
| возможностями применения фотографии как |
| средства создания чего-либо. |
| 5 | Основы аэрофотосъёмки. Применение беспилотных | 29 |
| авиационных систем в аэрофотосъёмке. Кейс 3.1: «Для |
| чего на самом деле нужен беспилотный летательный |
| аппарат?». |
| Объёмный кейс, который позволит обучающимся осво- |
| ить полную технологическую цепочку, |
| используемую коммерческими компаниями. |
| Устройство и принципы функционирования БПЛА, |
| основы фото- и видео- съёмки и принципов передачи |
| информации с БПЛА, обработка данных с БПЛА. |
| 6 | Кейс 3.2: «Изменение среды вокруг школы». | **10** |
| Продолжение кейса 3.1. Обучающиеся, имея в своём |
| распоряжении электронную 3D-модель школы, про- |
| должают вносить изменения в продукт с целью благо- |
| устройства района. Обучающиеся продолжают совер- |
| шенствовать свой навык 3D-моделирования, завершая |
| проект. |
| 7 | Подготовка защиты проекта. | 5 |
| 8 | Защита проектов. | 2 |
| 9 | Заключительное занятие. Подведение итогов работы. | 2 |

# 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.

**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 получат такие результаты съёмки, как ортофотоплан и трёхмерные модели.

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

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

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

Примерный учебный план основного общего образования Примерный календарный учебный график на 2019/2020

учебный год

**Период обучения** — сентябрь-май. **Количество учебных недель** — 34. **Количество часов** — 68.

**Режим проведения занятий:** 2 раза в неделю, 1 раз во 2 полугодии

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

# Каникулярный период:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Месяц** | **Форма** | **Кол-** | **Тема занятия** | **Форма кон-** |
| **п/п** | **занятия** | **во** | **троля** |
|  |  | **часов** |  |
| 1 | Сентябрь | Л/ПР | 2 | Знакомство. Техни- | Беседа |
| ка безопасности. |
| Вводное занятие |
| (Меняя мир+). |
| 2 | Сентябрь | Л/ПР | 2 | Необходимость | Беседа |
| карты в современном |
| мире. Сферы приме- |
| нения, перспективы |
| использования карт. |
| 3 | Сентябрь | Л/ПР | 2 | Векторные данные | Беседа |
| на картах. Знаком- |
| ство с веб-ГИС. |
| Цвет как атрибут |
| карты. Знакомство с |
| картографическими |
| онлайн-сервисами. |
| 4 | Сентябрь | Л/ПР | 1 | Свет и цвет. Роль | Беседа |
| цвета на карте. Как |
| заставить цвет рабо- |
| тать на себя? |
| 5 | Октябрь | Л/ПР | 2 | Создание и публи- | Демонстра- |
| кация собственной | ция решения |
| карты. | кейса |
| 6 | Октябрь | Л/ПР | 2 | Системы глобального | Беседа |
| позиционирования. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | Октябрь | Л/ПР | 2 | Применение спутни- | Демонстра- |
| ков для позициони- | ция решения |
| рования. | кейса |
| 8 | Октябрь | Л/ПР | 1 | История фотогра- | Беседа |
| фии. Фотография |
| как способ |
| изучения |
| окружающего мира. |
| 9 | Ноябрь | Л/ПР | 2 | Характеристики фо- | Беседа |
| тоаппаратов. Полу- |
| чение качественного |
| фотоснимка. |
| 10 | Ноябрь | Л/ПР | 2 | Создание сфери- | Беседа |
| ческих панорам. |
| Основные понятия. |
| Необходимое обо- |
| рудование. Техника |
| съёмки сферических |
| панорам различной |
| аппаратурой. |
| 11 | Ноябрь | Л/ПР | 4 | Создание сфери- | Тестирова- |
| ческих панорам. | ние |
| Сшивка |  |
| полученных |  |
| фотографий. Коррек- |  |
| ция и ретушь пано- |  |
| рам. |  |
| 12 | Декабрь | Л/ПР | 1 | Фотограмметрия и | Беседа |
| ее влияние на совре- |
| менный мир. |
| 13 | Декабрь | Л/ПР | 2 | Сценарии съемки | Беседа |
| объектов для после- |
| дующего построения |
| их в трехмерном |
| виде. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 14 | Декабрь | Л/ПР | 4 | Принцип постро- | Беседа |
| ения трехмерного |
| изображения на |
| компьютере. Работа |
| в фотограмметри- |
| ческом ПО - Agisoft |
| Metashape или ана- |
| логичном. Обработка |
| отснятого материала. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 15 | Декабрь | Л/ПР | 2 | Беспилотник в | Беседа |
| геоинформатике. |
| Устройство и приме |
| нение дрона. |
| 16 | Январь | Л/ПР | 2 | Технические особен- | Беседа |
| ности БПЛА. |
| 17 | Ян- | Л/ПР | 6 | Пилотирование | Тестирова- |
| варь-Фев- | БПЛА. | ние |
| раль |  |  |
| 18 | Февраль | Л/ПР | 6 | Использование | Демонстра- |
| беспилотника для | ция решения |
| съемки местности. | кейса |
| 19 | Март | Л/ПР | 3 | Возникающие про- | Беседа |
| блемы при создании |
| 3D-моделей. Спосо- |
| бы редактирования |
| трехмерных моде- |
| лей. |
| 20 | Март | Л/ПР | 2 | Технологии | Беседа |
| прототипирования. |
| Устройства для |
| воссоздания |
| трехмерных |
| моделей. Работа с |
| 3D-принтером. |
| 21 | Март | Л/ПР | 1 | Физические и | Тестирова- |
| химические свой- | ние |
| ства пластика для |  |
| 3D-принтера. |  |
| Печать трёхмерной |  |
| модели школы. |  |
| 22 | Март | Л/ПР | 1 | Работа в ПО для | Беседа |
| ручного трехмер- |
| ного моделирова- |
| ния — ScetchUP или |
| аналогичном. |
| 23 | Апрель | Л/ПР | 7 | Экспортирование | Беседа |
| трехмерных файлов. |
| Проектирование |
| собственной сцены. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 24 | Апрель | Л/ПР | 2 | Печать модели | Беседа |
| на 3D-принтере. |
| Оформление трех- |
| мерной веществен- |
| ной модели. |
| 25 | Май | ПР | 3 | Подготовка |  |
| защиты проекта. |
| 26 | Май | ПР | 2 | Защита проектов. | Демонстра- |
| ция решения |
| кейсов |
| 27 | Май | Л/ПР | 2 | Заключительное |  |
| занятие. Подведение |
| итогов работы. Пла- |
| ны по доработке. |

**Система условий реализации основной общеобразовательной программы**

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.

* 1. Содержание курса

# Основные разделы программы учебного курса

1. **Введение в основы геоинформационных систем и про- странственных данных.**

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

# 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.

1. **Выборпроектного направления и распределениеролей.** Выбор проектного направления. Постановка задачи. Исследование проблематики. Планирование проекта. Распределение ролей.

# Устройство и применение беспилотников.

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

# 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).

1. **Углублённое изучение технологий обработки геоданных.** Автоматизированное моделирование объектов местности с помощью Agisoft PhotoScan.

# Сбор геоданных.

Аэрофотосъёмка, выполнение съёмки местности по полётному заданию.

# Обработка и анализ геоданных.

Создание 3D-моделей.

1. **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.
2. **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.

1. Тематическое планирование

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Разделы программы учебного курса** | **Всего** |
| **п/п** | **часов** |
| **1** | **Знакомство. Техника безопасности. Вводное занятие** | **2** |
| **(«Меняя мир»).** |
| **2** | **Введение в геоинформационные технологии. Кейс 1:** |  |
| **«Современные карты, или Как описать Землю?».** |
| 2.1. | Необходимость карты в современном мире. Сферы при- | 2 |
| менения, перспективы использования карт. |
| 2.2. | Векторные данные на картах. Знакомство с Веб-ГИС. | 2 |
| Цвет как атрибут карты. Знакомство с |
| картографическими онлайн-сервисами. |
| 2.3. | Свет и цвет. Роль цвета на карте. Как заставить цвет рабо- | 1 |
| тать на себя? |
| 2.4. | Создание и публикация собственной карты. | 2 |
| **3** | **Кейс 2: «Глобальное позиционирование “Найди себя на** | **4** |
| **земном шаре”».** |
| 3.1. | Системы глобального позиционирования. | 2 |
| 3.2. | Применение спутников для позиционирования. | 2 |
| **4** | **Фотографии и панорамы.** |  |
| 4.1. | История фотографии. Фотография как способ изучения | 1 |
| окружающего мира. |
| 4.2. | Характеристики фотоаппаратов. Получение качественно- | 2 |
| го фотоснимка. |
| 4.3. | Создание сферических панорам. Основные понятия. Не- | 2 |
| обходимое оборудование. Техника съёмки сферических |
| панорам различной аппаратурой (камеры смартфонов без |
| штативов, цифровые фотоаппараты со штативами и т. д.). |
| 4.4. | Создание сферических панорам. Сшивка полученных | 4 |
| фотографий. Коррекция и ретушь панорам. |
| **5** | **Основы аэрофотосъёмки. Применение БАС (беспилот-** |  |
| **ных авиационных систем) в аэрофотосъёмке (Кейс 3.1:** |
| **«Для чего на самом деле нужен беспилотный летатель-** |
| **ный аппарат?»).** |
| 5.1. | Фотограмметрия и её влияние на современный мир. | 1 |
| 5.2. | Сценарии съёмки объектов для последующего построе- | 2 |
| ния их в трёхмерном виде. |
| 5.3. | Принцип построения трёхмерного изображения на | 4 |
| компьютере. Работа в фотограмметрическом ПО — |
| Agisoft PhotoScan или аналогичном. Обработка |
| отснятого материала. |
| 5.4. | Беспилотник в геоинформатике. Устройство и | 2 |
| применение дрона. |
| 5.5. | Технические особенности БПЛА. | 2 |
| 5.6. | Пилотирование БПЛА. | 6 |
| 5.7. | Использование беспилотника для съёмки местности. | 6 |
| 5.8. | Возникающие проблемы при создании 3D-моделей. Спо- | 3 |
| собы редактирования трёхмерных моделей. |
| 5.9. | Технологии прототипирования. Устройства для | 2 |
| воссозда- ния трёхмерных моделей. Работа с 3D- |
| принтером. |
| 5.10. | Физические и химические свойства пластика для | 1 |
| 3D-принтера. Печать трёхмерной модели школы. |
| **6** | **Кейс 3.2: «Изменение среды вокруг школы».** |  |
| 6.1. | Работа в ПО для ручного трёхмерного моделирования — | 1 |
| SketchUp или аналогичном. |
| 6.2. | Экспортирование трёхмерных файлов. Проектирование | 7 |
| собственной сцены. |
| 6.3. | Печать модели на 3D-принтере. Оформление трёхмер- | 2 |
| ной вещественной модели. |
| 7 | Подготовка защиты проекта. | 3 |
| 8 | Защита проектов. | 2 |
| 9 | Заключительное занятие. Подведение итогов работы. | 2 |
| Планы по доработке. |

Кейсы, входящие в программу

# 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.

**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.

**Кейс 3.1. Аэрофотосъёмка. «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.

# Кейс 3.2. Изменение среды вокруг школы.

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.

(по сути, объединение всех ресурсов, прописанных в кейсах)

**Материально техническое обеспечение Список оборудования**

# Компьютерный класс ИКТ

* МФУ (принтер, сканер, копир) Минимальные: формат А4, лазерный, ч/б, 1 шт.
* Ноутбук наставника с предустановленной операционной системой, офисным программным обеспечением производи- тельность процессора (по тесту PassMark — CPU BenchMark [http://www.cpubenchmark.net/):](http://www.cpubenchmark.net/%29) не менее 2000 единиц; объ- ём оперативной памяти: не менее 4 Гб; объём накопителя SSD/еММС: не менее 128 Гб; ПО для просмотра и редакти- рования текстовых документов, электронных таблиц и пре- зентаций распространённых форматов (.odt, ,txt, .rtf, .doc,

.docx, .ods, .xls, .xlsx, .odp, .ppt, .pptx)., 1 шт.

* 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 про- цессора: не менее 2000 единиц; ПО для просмотра и ре- дактирования текстовых документов, электронных

таблиц и презентаций распространённых форматов (.odt, ,txt, .rtf, .doc,

.docx, .ods, .xls, .xlsx, .odp, .ppt, .pptx). , 10 шт.

* Интерактивный комплекс. Количество одновременных каса- ний— не менее 20., 1 шт.

# Урок технологии

Аддитивное оборудование

* ЗD-оборудование (3D-принтер). Минимальные: тип принте- ра: FDM;

материал: PLA; рабочий стол: с подогревом; рабо чая 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., 1 шт.

* Пластик для 3D-принтера. Толщина пластиковой нити: 1,75 мм; материал: PLA; вес катушки: не менее 750 гр., 15 шт.
* ПО для 3D-моделирования. Облачный инструмент САПР/ АСУП, охватывающий весь процесс работы с изделиями — от проектирования до изготовления.

Дополнительное оборудование

* Шлем виртуальной реальности Общее разрешение не ме- нее 2160x1200 (1080×1200 для каждого глаза), угол обзора не менее 110; наличие контроллеров — 2 шт.; наличие внешних датчиков — 2 шт.; разъём для подключения наушников: нали- чие; встроенная камера: наличие. 1 комплект.
* Штатив для крепления базовых станций. Комплект из двух штативов. Совместимость со шлемом виртуальной реально- сти, 1 комплект.
* 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 видеопа- мять. Объем оперативной памяти - не менее 8 гб. , 1 шт.

* Многопользовательская система виртуальной реальности с 6-

координатным отслеживанием положения пользователей, 1 комплект.

Требования к системе виртуальной реальности:

* + поддержка мобильных шлемов виртуальной реальности под управлением ОС Android;
	+ поддержка управляющих контроллеров с возможностью 6- координатного отслеживания положения в простран- стве;
	+ технология полной компенсации лага (anti-latency): изо- бражение должно выводиться для точек, в которых ока- жутся левый и правый глаза пользователя через время, которое должно пройти с момента начала определения

местоположения глаз пользователя до момента оконча- ния вывода изображения.;

* + площадь отслеживания пользователей — не менее 16 кв. м;
	+ количество пользователей — не менее 3 чел. Требования к системе отслеживания положения пользовате- лей (трекинга):
	+ тип системы отслеживания: 6-координатная система от-слеживания;
	+ общий вес одного устройства трекинга — не более 20 г;
	+ технология: оптико-инерциальный трекинг, активные маркеры, работающие в инфракрасном диапазоне;
	+ угол обзора оптической системы — не менее 230 граду- сов;
	+ время отклика системы трекинга — не более 2 мс;
	+ размещение сенсоров: на объекте отслеживания;
	+ сенсоры, используемые для отслеживания шлемов вир- туальной реальности и для отслеживания движений рук пользователей, должны быть идентичными и взаимозаме- няемыми;
	+ размещение активных маркеров: напольное;
	+ все компоненты системы трекинга должны монтироваться на пол, без необходимости потолочного/настенного мон- тажа;
	+ наличие сенсоров в составе единого устройства трекинга: акселерометр, гироскоп, оптический сенсор;
	+ частота отслеживания положения пользователя:
	+ - акселерометр: не менее 2000 выборок/с;
	+ - гироскоп: не менее 2000 выборок/с;
	+ - оптический сенсор: не менее 60 выборок/с;
	+ погрешность отслеживания положения пользователя в пространстве на площади 6 м х 6 м — не более 10 мм;
	+ минимальное количество пользователей, поддерживае- мое системой трекинга, не менее 3 чел.

Требования к показателям хранения, транспортировки и на- стройки:

* + время полного развёртывания и настройки системы для

площади отслеживания 16 кв. м —не более 90 мин;

* + необходимость калибровки в процессе эксплуатации

— отсутствует;

* + температура хранения: -30°С . . + 50°C.

Требования к способам управления интерактивными моделя- ми:

* + поддержка 6-координатного отслеживания положения управляющих устройств в пространстве.

Требования к программному обеспечению:

* + поддержка системой трекинга операционных систем: Windows, Android;
	+ предоставление неограниченной по времени использо- вания простой (неисключительной) лицензии на коммер- ческое использование программного обеспечения си- стемы трекинга на один шлем с ОС Android (бессрочная лицензия) — 3 шт.

Общие требования:

* + наличие мобильных шлемов виртуальной реальности Oculus Go или аналог — 3 шт.;
	+ наличие комплекта проводов и зарядных устройств для бесперебойной работы.
* Фотограмметрическое ПО. ПО для обработки изображений и определения формы, размеров, положения и иных характе- ристик объектов на плоскости или в пространстве. , 1 шт.
* Квадрокоптер Mavic Air. Компактный квадрокоптер с трёхо- севым стабилизатором, камерой 4К, максимальной дально- стью передачи не менее 6 км., 1 шт.
* Квадрокоптер DJI Tello. Квадрокоптер с камерой, вес не бо- лее 100 г в сборе с пропеллером и камерой; оптический дат- чик определения позиции — наличие; возможность удалён- ного программирования — наличие., 3 шт.

Медиазона

* Фотоаппарат с объективом. Количество эффективных пиксе- лей — не менее 20 млн., 1 шт.

Видеокамера. Планшет (для обеспечения совместимости с п2.3.6) с примерными характеристиками:

* диагональ/разрешение: не менее 2048х1536 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. , 1 шт.
* Карта памяти для фотоаппарата/видеокамеры. Объём памяти

— не менее 64 Гб, класс не ниже 10., 2 шт.

* Штатив. Максимальная нагрузка: не более 5 кг; максимальная высота

съёмки: не менее 148 см, 1 шт.

Информационно-методические условия реализации основ- ной образовательной программы основного общего образова- ния (список внешних метод. материалов) (ссылки на доп. мате- риалы — прописываем в кейсах)

* 1. Список источников литературы
1. Алмазов, И.В. Сборник контрольных вопросов по дисципли- нам

«Аэрофотография», «Аэросъёмка», «Аэрокосмические методы съёмок» / И.В. Алмазов, А.Е. Алтынов, М.Н. Севастья- нова, А.Ф. Стеценко — М.: изд. МИИГАиК, 2006. — 35 с.

1. Баева, Е.Ю. Общие вопросы проектирования и составления карт для студентов специальности «Картография и геоин- форматика» / Е.Ю. Баева — М.: изд. МИИГАиК, 2014. — 48 с.
2. Макаренко, А.А. Учебное пособие по курсовому проектиро- ванию по курсу «Общегеографические карты» / А.А. Мака- ренко, В.С. Моисеева, А.Л. Степанченко под общей редакци- ей Макаренко А.А. — М.: изд. МИИГАиК, 2014. — 55 с.
3. Верещака, Т.В. Методическое пособие по использованию топографических карт для оценки экологического состоя- ния территории

/ Т.В. Верещака, Качаев Г.А.— М.: изд. МИИ- ГАиК, 2013.

— 65 с.

1. Редько, А.В. Фотографические процессы регистрации ин- формации / А.В. Редько, Константинова Е.В.— СПб.: изд. ПО- ЛИТЕХНИКА, 2005.

— 570 с.

1. Косинов, А.Г. Теория и практика цифровой обработки изо- бражений. 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.
2. Радиолокационные системы воздушной разведки, дешиф- рирование радиолокационных изображений / под ред. Школьного Л.А. — изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. — 530 с.
3. Киенко, Ю.П. Основы космического природоведения: учеб- ник для вузов / Ю.П. Киенко — М.: изд. Картгеоцентр — Гео- дезиздат, 1999. — 285 с.
4. Иванов, Н.М. Баллистика и навигация космических аппара- тов: учебник для вузов — 2-е изд., перераб. и доп. / Н.М.Ива- нов, Л.Н. Лысенко — М.: изд. Дрофа, 2004. — 544 с.
5. Верещака, Т.В. Методическое пособие по курсу «Экологиче- ское картографирование» (лабораторные работы) / Т.В. Ве- рещакова, И.Е. Курбатова — М.: изд.МИИГАиК, 2012.— 29 с.
6. Иванов, А.Г. Методические указания по выполнению лабо- раторных работ по дисциплине «Цифровая картография». Для студентов 3 курса по направлению подготовки «Карто- графия и геоинформатика» / А.Г. Иванов, С.А. Крылов, Г.И. Загребин — М.: изд. МИИГАиК, 2012. — 40 с.
7. Иванов, А.Г. Атлас картографических проекций на крупные регионы Российской Федерации: учебно-наглядное изда- ние / А.Г. Иванов, Г.И. Загребин — М.: изд. МИИГАиК, 2012.

— 19 с.

1. Петелин, А. 3D-моделирование в SketchUp 2015 — от про- стого к сложному. Самоучитель / А. Петелин — изд. ДМК Пресс, 2015. — 370 с. , ISBN: 978-5-97060-290-4.
2. Быстров, А.Ю. Применение геоинформационных техноло- гий 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.
3. GISGeo — [http://gisgeo.org/.](http://gisgeo.org/) 16.ГИС-Ассоциации — [http://gisa.ru/.](http://gisa.ru/) 17.GIS-Lab —[http://gis-lab.info/.](http://gis-lab.info/)
4. Портал внеземных данных — <http://cartsrv.mexlab.ru/geopor> tal/#body=mercury&proj=sc&loc=%280.17578125%2C0%29 &zoom=2.
5. OSM — [http://www.openstreetmap.org/.](http://www.openstreetmap.org/) 20.Быстров, А.Ю.

Геоквантум тулкит. Методический

21.инструментарий наставника / А.Ю. Быстров, — Москва, 2019.

— 122 с. , ISBN 978-5-99