МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ЦЕНТР ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА БУЙНАКСКА»
(МБОУ ЦО)

368220, РД, г. Буйнакск,ул.Шихова,120
тел.(87237) 2-41-63 e-mail: mbou_buinaksk_co@e-dag.ru ИНН 0543012584
ОГРН 1020502056409

Рассмотрено на заседании педагогического совета №1 От 30.08.2024 г.	**Согласовано: Руководитель ДТ «Кванториум» З.А. Абдулкадырова**	**Утверждаю: Директор МБОУ «ЦО г. Буйнакска» З.А. Хасаева**

ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТСКОГО ТЕХНОПАРКА «КВАНТОРИУМ» МБОУ «ЦЕНТРА ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА БУЙНАКСКА»

«ГЕО-АЭРО квантум»
(144 часа)

Возраст детей: **12-17 лет**
Срок реализации программы:
АЭРО квантум - **4,5мес.,72часа**
ГЕО квантум - **4,5 мес., 72 часа**
Тип программы: **модифицированная**

г. Буйнакск 2024г.

ГЕО

КВАНТУМ

КВАНТОРИУМ

УДК 528.7, 528.8, 528.9
ББК 26.1**Геоквантум: тулкит.** Быстров Антон Юрьевич. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Фонд новых форм развития образования, 2019 — 118 с.

Базовая серия «Методический инструментарий наставника»

В пособие базовой серии вошли методические материалы направления «Гео» для использования наставниками сети детских технопарков «Кванториум» в ходе первого года обучения детей по этому направлению. Серия также содержит пособия по другим направлениям: авто-, космо-, энерджи-, био-, нано- и т. д.

Подробнее о сети детских технопарков «Кванториум» можно узнать на сайте roskvantorium.ru.

ISBN
978-5-9909769-6-2

(c) ФНФРО 2019

В сборнике использованы в том числе материалы из открытых источников сети Интернет. Поскольку источники, размещающие у себя информацию, далеко не всегда являются обладателями авторских прав, просим авторов использованных нами материалов откликнуться, и мы разместим указание на их авторство.

Сборник предназначен исключительно для некоммерческого использования.

Оглавление

Рецензия на тулкит «Геоквантум» 6
О геоквантуме 8
Что такое геоквантум? 9
Ограничения 23
Вводный модуль 26
Пояснительная записка 27
Рекомендации наставникам 32
Учебно-тематическое планирование 33
Кейсы, входящие в программу 40
Источники информации 42
Базовые кейсы 45
Возможные мастер-классы 101
Источники информации 108

Рецензия на тулкит «Геоквантум»

Выполненная автором работа посвящена разработке современных подходов в дополнительном образовании школьников по аэрокосмической съемке и геоинформатике. С учетом того, что существующие подходы в данной сфере образования не учитывают всего многообразия различных тематических направленностей внутри геоинформационной отрасли, а программ дополнительного образования по указанному направлению крайне мало, представленные материалы являются актуальными для сферы всего геоинформационного образования.

Содержание представленных материалов логично и структурировано. В тулките введен новый термин DataScout, представляющий специалиста, способного анализировать, накапливать (создавать) и обрабатывать различные виды геоданных. Представлены современные тенденции направления с акцентом на рынки Национальной технологической инициативы (НТИ). Описана образовательная траектория обучающегося по направлению. Все кейсы обеспечивают реализацию проектного подхода и, что важно, сосредоточены на исследовании территории детского технопарка «Кванториум» и прилегающих к нему территорий, что позволяет обучающимся почувствовать значимость создаваемых ими проектов и мотивирует их. Важно отметить, что подход по формированию образовательной программы на основе нескольких кейсов по различным тематикам является нестандартным и весьма перспективным для современного образования и позволяет сформировать у детей понимание того, как взаимодействуют между собой различные виды геоданных.

Разработанное пособие имеет высокую степень новизны, так как впервые объединяет как различные тематические направления, связанные с геоинформационными технологиями, так и педагогические подходы, использующие проектно-кейсовый метод. Однако реализация идей, заложенных в данный методический инструментарий, требует объемных ресурсов, как инфраструктурных, так и человеческих. Наставник должен обладать широким набором компетенций, либо это должна быть целая команда, обеспечивающая проведение каждого тематического блока.

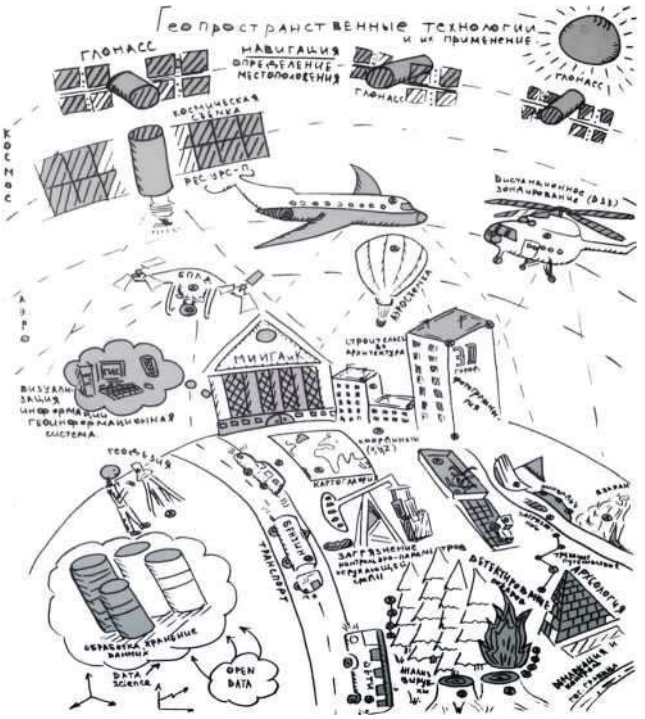
Тулкит имеет существенное значение для развития геоинформатики и может быть использован как педагогами дополнительного образования,

так и учителями географии.

Заместитель директора по научной работе ФГБНУ «НИИ «АЭРОКОСМОС», руководитель Департамента развития кадрового потенциала Национального центра цифровой экономики МГУ им. М.В.Ломоносова, заслуженный деятель науки РФ, Почетный строитель России, дважды лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники, д.т.н., профессор, академик РАЕН, генерал-майор запаса **М.А. Шахраманьян**

О геоквантуме

Что такое геоквантум?



Геоинформатика — самая современная наука об измерении и исследовании Земли, направленная на цифровизацию пространства.

Это направление науки объединяет в себе всё, что происходит на Земле, в воздушном пространстве и под землёй, а также в космосе, описывая это с помощью координат. В результате формируются пространственные данные, карты и геоинформа- ционные системы.

DataScout — современный тренд, когда каждый человек имеет возможность собирать, анализировать и представлять географически привязанную информацию по любой тематике с помощью таких современных технологий, как: • космическая съемка

- аэрофотосъемка
- ГЛОНАСС/GPS
- 3D-моделирование
- геоинформационные системы (ГИС), сервисы, карты и геопорталы

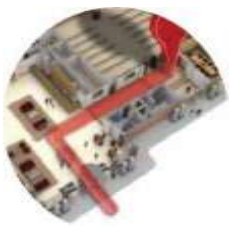
Геопространственное мышление - развиваемая способность человека, позволяющая ему осознавать и развивать пространство для жизни (от квартиры до всей планеты и даже космоса) как единую систему окружающих его объектов с их свойствами и характеристиками, меняющимися во времени.

TerraFormer - человек, способный проектировать системные изменения и моделировать нестандартные решения по развитию территорий различного масштаба на основе геоданных, имеющий навыки анализа и исследования пространственных объектов и явлений.

Современные тенденции и рынки,
на которых геоинформатика активно применяется уже сейчас

Всего насчитывается >2000 направлений применения геоинформационных технологий и геоданных, для которых нужны

Точное земледелие

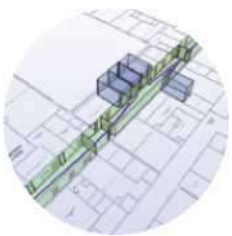


Навигация внутри помещений

компетентные специалисты

Трёхмерный город

Беспилотные транспортные системы (авиа, авто, морские)



Информационное моделирование зданий (BIM)

Дистанционное зондирование Земли (космосъемка, аэрофотосъемка)

Геомаркетинг и пространственный анализ

Измеряем реальность >> Собираем данные >> Предлагаем решения

- **Вызовы стратегии научно-технологического развития:** освоение пространств, связность территорий, освоение Арктики и Антарктики.
- **Первый одобренный проект НТИ (Национальной технологической инициативы) —** использование БПЛА для формирования 3D-модели региона.
- Участие в проектах рынков НТИ: **Аэронет, Маринет, Автонет.**
- Актуальны задачи **выработки новых моделей управления городами и территориями,** решаемые с помощью геопорталов и пространственных данных.
- Актуальны вопросы вовлечения человеческого капитала в **поиск стратегических и тактических сценариев развития территорий и решения повседневных задач повышения качества жизни**

• Исследование природных ресурсов, освоение новых планет.

Как *самому изменить мир?*

Вводный модуль — знакомство со всеми видами пространственных данных. Базовые навыки обработки и анализа данных на основе решения реальных задач.

Углубленный модуль — обработка и тематическая классификация данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), углубленный анализ данных, обработка трехмерных моделей, профессиональные инструменты визуализации и представления данных.

Командная работа — при планировании, сборе, обработке, анализе и представлении данных.

Проекты — разнообразные проектные траектории позволят обучающимся реализовать самые разнообразные идеи: от тематик проектов Аэронет и Маринет и заказов от региона до поиска и проектирования мест для строительства лунных колоний.

Соревнования — внутренние фестивали и соревнования. Отдельный профиль в олимпиаде НТИ. Некоторые компетенции направления представлены в WorldSkills. Партнерские соревнования.

Возраст — от 12 лет; возможность адаптации программы для младшей аудитории.

Трансляция реальных территориальных задач

Описание
и презентация решения,
участие в реализации

Формулировка
проблемы,
постановка задачи

Анализ проблемы,
выяснение требований
к информационному
обеспечению

Улица
Район
Город
Область
Страна

Моделирование
и прогнозирование

Выработка
сценариев
и решений

Анализ данных,
выявление
закономерностей
и корреляций

С

**Сбор данных на
местности и из
открытых
источников**

Геоквантум.
Карта образовательного направления

Линия 0. Обязательная

Линия 0 обязательно проходится всеми и всегда

Основы работы с пространственными данными

- разновидности данных (растр, вектор, атрибуты)
- карты, условные знаки, масштаб
- основы дистанционного зондирования Земли
- открытые источники

Ориентирование на местности

- традиционные методы
- глобальные навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС, GPS
- альтернативные современные технологии WPS, GeoIP, A-GPS, GSM и др.
- навигационные сервисы и приложения; геотегинг

Самостоятельный сбор данных

- базовые мобильные технологии
- мобильная картография и сбор данных
- логгеры и трекеры
- тематический сбор данных
- аэрофотосъемка (съемка местности и отдельных объектов с БПЛА)

Основы Фотографии

- формирование изображения
- принцип работы фотокамеры
- основные параметры съемки (выдержка,
- светочувствительность, экспозиция и др.)
- базовые навыки фотографирования

Линия 1.
Желательно проходить всю Линию 1,
но допустимы отклонения

Обработка и дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)

- базы пространственных данных
- геометрическая коррекция и классификация данных ДЗЗ

Геоинформационные системы (ГИС)

- анализ, моделирование и прогнозирование

3D-моделирование местности и объектов на местности

Визуализация и представление результатов

- ГИС-проекты, геопорталы, геосервисы

Линия 2. Вариативная

Мой дом — Земля: познавая Мир

- экология и природопользование
- краеведение и культура, история
- животный и растительный мир
- мой город/район/двор/страна/планета

Чрезвычайный дежурный: оберегая Мир

- исследование, оценка, прогнозирование, помощь в предотвращении чрезвычайных ситуаций (пожары, наводнения, вулканы, тайфуны, техногенные катастрофы)

ГеоПатруль: меняя Мир

- организация сбора данных по актуальной проблеме территории: анализ распределения магазинов по городу, выявление зон для улучшения городского ландшафта, выявление мест незаконного складирования отходов (свалки, полигоны ТБО), сбор информации о пешеходных переходах для повышения безопасности, развитие социальной инфраструктуры территории и др.

Познавая Вселенную

- исследование космических тел

- исследование космических миссий: поиск «Лунохода», выбор площадки для посадки и строительства базы

1 год обучения

Линия 0. Вводный модуль

(72 часа)

Ключевые темы

- освоение работы с данными (растр, вектор, атрибуты); карты, условные знаки, масштаб
- знакомство с дистанционным зондированием
- сбор геоданных (DataScouting), системы спутниковой навигации, основы фотографии
- съемка с БПЛА и обработка данных аэрофотосъемки
- 3D-моделирование
- работа с геоинформационными системами
- создание (программирование) веб-карт

Возможные проекты

- исследование и оценка маршрутов собственного передвижения
- исследование территории технопарка на основе данных аэросъемки и полевого сбора данных
- моделирование в целях планирования операций при чрезвычайных ситуациях (ЧС) на основе данных аэро- и космосъемки: расчет точных площадей разливов рек и определение необходимого числа ресурсов для спасательной операции
- помощь в новых местах: создание 3D-модели технопарка и панорамных туров для удобства навигации

KPI и достижения

по итогам вводного модуля

Количественные:

- собственная карта интенсивности (карты перемещения)
- панорамный тур
- 3D-модели технопарка по данным аэросъемки
- 3D-модель помещений технопарка
- карта технопарка
- геопортал технопарка

Качественные:

- самостоятельно решать поставленную задачу, анализировать и подбирать материалы и средства для ее решения
- создавать и рассчитывать полетный план для беспилотного летательного аппарата
- уметь работать с космической съемкой (дешифрировать, проводить первичную обработку, работать с инструментами обработки, проводить тематическую классификацию и т. д.)
- обрабатывать аэросъемку и получать точные ортофотопланы и автоматизированные трехмерные модели местности
- программировать геопорталы
- моделировать 3D-объекты
- создавать панорамные туры
- использовать мобильные устройства для сбора данных
- выполнять пространственный анализ
- создавать карты
- защищать собственные проекты

1 год обучения

Линия 1. Углубленный модуль

(72 часа)

Обработка и дешифрирование данных ДЗЗ

базы пространственных данных, геометрическая коррекция и классификация данных ДЗЗ

Достижения

- умение обрабатывать космическую съемку: работать со спектральными каналами для выявления пожаров, загрязнений, типов растительности и др.

- создание высокоточных планов местности по данным аэросъемки

Геоинформационные системы (ГИС):
анализ, моделирование, прогнозирование

Достижения
- расчет точных площадей разливов рек и определение необходимого числа ресурсов для спасательной операции
- выявление объектов незаконного строительства
- геомаркетинг — поиск мест для строительства новых магазинов
- оцифровка снимков (создание цифровых карт)
- создание бумажных карт

3D-моделирование местности и объектов на местности
Достижения
- высокоточное ручное (по данным с дальномеров) и автоматизированное (по данным с БПЛА) создание трехмерных моделей объектов
- расчет объемов карьеров и насыпей
- 3D-печать объектов местности

Визуализация и представление результатов:
ГИС-проекты, геопорталы, геосервисы

Достижения

- создание собственной Яндекс- или Google-карты. Программирование веб-страницы с интегрированной картой, подключение тематических библиотек, добавление слоев геоданных из открытых ресурсов и др.
- создание собственной краудсорсинг-платформы для сбора пространственных данных

Проектный год

Сфера	Рубрика проектов	Стейкхолдеры	Необходимые компетенции
• Экология и природопользование • Краеведение, культура и история • Животный и растительный мир	Мой дом - Земля: познавая Мир	Отраслевые ведомства и министерства	1. Программирование 2. Визуализация данных 3. DataScouting 4. Обработка космических снимков 5. Создание панорам 6. 3D-моделирование
Чрезвычайные ситуации (пожары, наводнения, вулканы, тайфуны, техногенные факторы)	Чрезвычайный дежурный: оберегая Мир	МЧС, региональное, федеральное руководство	1. Краудсорсинг 2. Работа с аэросъемкой 3. Обработка космических снимков 4. ГИС-анализ 5. ГИС-моделирование 6. Автоматизированное 3D-моделиро- вание
• Незаконное складирование отходов (свалки, полигоны ТБО), • Инфраструктура ЖКХ • Мониторинг строительства социальной инфраструктуры	ГеоПатруль: меняя Мир	Региональное, федеральное руководство; бизнес	1. DataScouting 2. Работа с аэросъемкой 3. 3D-моделирование 4. Краудсорсинг 5. Визуализация данных
• Изучение космических тел • Исследование и планирование космических миссий	Познавая Вселенную	Госкорпорации, частные компании	1. Обработка космических снимков 2. ГИС-анализ 3. ГИС-моделирование 4. 3D-моделирование

Проектный год (примеры проектов)

Сфера (отрасль)	Проект	Применение (реальный заказ)	Необходимые компетенции
Культура	Путеводитель по Пушкинским местам	Министерство культуры	1. Программирование 2. Визуализация данных 3. DataScouting
Безопасность	Паспорт безопасности школы	Школа, городская администрация	1. Краудсорсинг 2. Работа с аэросъемкой 3. Оформление карты
Планетные исследования	Марсианская колония с учетом реального рельефа	Роскосмос, ИКИ РАН	1. DataScouting 2. Обработка космических снимков 3. 3D-моделирование
Экология и ЧС	Мониторинг половодья реки	МЧС, Мэрия города	1. Обработка космических снимков 2. Работа с аэросъемкой 3. ГИС-моделирование
Медицина и промыш-ленность	Изучение зависимости между заболеваниями и близостью промышленных объектов	Министерство здравоохранения	1. Краудсорсинг 2. DataScouting 3. ГИС-анализ
Строи-тельство	Мониторинг объектов недвижимого имущества; мониторинг использования земель	Росреестр	1. Краудсорсинг 2. Работа с аэросъемкой 3. ГИС-анализ 4. DataScouting
Геомаркетинг	Определение мест для открытия сети магазинов	Бизнес	1. Визуализация данных 2. DataScouting 3. Краудсорсинг 4. ГИС-анализ
Терра-Форминг	Комплексный план развития территории города; Моделирование и план комплексной реконструкции парка города.	Мэрия города АСИ	1. Работа с аэросъемкой 2. 3D-моделирование 3. DataScouting 4. ГИС-анализ 5. Краудсорсинг

Общее видение

Внешние вводные	**Что квантум даст миру**
Партнерство с госзаказчиками_____	Развитие рынков НТИ
Партнерство с муниципальным, региональным ----------► и федеральным руководством	Разработка технологий управления территориями
Партнерство с бизнесом _____	Реализация реальных коммерческих заказов, разработка индустриальных кейсов
Партнерство с вузами (как с профильными, так ----------► и не с профильными)	Интеграция в школьное образование
Партнерство с Ассоциацией ГЛОНАСС, Геопрофи, GISGeo, ГИС- —► Ассоциацией, УНИГЕО	Научные и исследовательские проекты
Партнерство с ЦМИТ ----------►	Участие в уроке технологии. Государственные и частные заказы
СМИ ……	Масштабные проекты. Формирование людей, влияющих на развитие территорий

В

Ограничения

1-й уровень

1. Можно ли с помощью смартфона создать карту? Если можно, то как? Какие функции вам могут понадобиться?
2. Опишите форму клубня картофеля с точки зрения формы планетного объекта.
3. Какие данные дистанционного зондирования Земли можно использовать для создания карты масштаба 1:1000?
4. Изучите форматы данных, в которых российские государственные органы представляют открытые пространственные данные.
5. Опишите, как формирует изображения современный оптический космический аппарат (КА).
6. Опишите, как формирует изображения радарный КА
7. Опишите принцип работы онлайн-карты пожаров.
8. Объясните, какая навигационная спутниковая группировка будет точнее на территории РФ и почему.
9. Перечислите геоинформационные веб-сервисы для визуализации пространственных данных.
10. Расскажите, в чем плюсы и минусы микро- и наноспутников для дистанционного зондирования.
11. Как по космическому снимку определить высоту объекта?

2-й уровень

1. Подберите снимки территории технопарка, необходимые для построения карты масштаба 1:20000.
2. Подберите любительский БПЛА для съемки с воздуха (стоимость до 150 тыс. руб.), которым можно наиболее быстро отснять территорию площадью 1 Га для создания карты масштаба 1:1000.
3. Предложите классификацию ПО для обработки пространственных данных.
4. Сделайте анализ рынка пространственных технологий на тему: «Что «лучше»: космическая съемка сверхвысокого разрешения или съемка с БПЛА? Кто кого вытеснит?»
5. Как можно найти лесную опушку с лагерем на снимке, покрывающем

площадь в 100 кв. км?

3-й уровень

1. Выполните анализ посещения территории технопарка и окрестностей в радиусе не менее 100 метров (перемещение, нахождение на одном месте и т. д.) и представьте результат в виде «тепловой карты».
   - Можно использовать следующие средства: визуальный контроль, съемку с воздуха, данные с камер наблюдения, мониторинг с использование носимых устройств.
2. Геомаркетинг: Найдите ближайшие к технопарку места для открытия магазинов. Представьте результаты в виде веб-карты / печатной карты или на платформе для создания настольной ГИС.
3. Создайте бумажную карту технопарка для посетителей, впервые оказавшихся на его территории, с информацией о навигации к основным местам технопарка.
   - Дополнительные ограничения: использовать определенное количество слоев, указать размерность доступа до места в минутах, создать карту для слепых.
4. Спроектируйте систему для сбора и отображения пространственных данных с помощью мобильных устройств.

Вводный модуль

Рабочая программа по направлению «Геоквантум»
72 часа

Пояснительная записка

Современные геоинформационные технологии стали неотъемлемой частью нашей жизни — любой современный человек пользуется навигационными сервисами и приложениями, связанными с картами и геолокацией. Эти технологии используются в самых разных сферах: от реагирования в чрезвычайных ситуациях до маркетинга. Вводный модуль даст обучающимся необходимые знания об использовании геоинформационных инструментов и пространственных данных для понимания и изучения основ устройства окружающего мира и природных явлений. Ученики смогут реализовывать индивидуальные и командные проекты в сфере исследования окружающего мира, начать использовать в повседневной жизни навигационные сервисы, космические снимки, электронные карты, собирать данные об объектах на местности (например, о деревьях, домах, городах, полях, горах, реках и памятниках), изучать отдельные социальные процессы, природные и техногенные явления с использованием геоинформационных технологий.

Цель модуля:

Целью вводного модуля является формирование у обучающихся уникальных компетенций по работе с пространственными данными и геоинформационными технологиями и их применением в работе над проектами; развитие пространственного и масштабного научно-творческого мышления; совмещение современных «мейкерских» и IT-направлений

Задачи модуля

- дать первоначальные знания в области геопространственных технологий, космической съемки, аэросъемки, систем позиционирования и картографирования
- научить приемам сбора, анализа и представления больших объемом различных пространственных данных
- научить создавать 3D-модели объектов местности различными способами (автоматизировано и вручную)
- научить программировать собственный геопортал для публикации результатов

- научить создавать высококачественные сферические панорамы и виртуальные туры
- научить накладывать фототекструы

- научить создавать тематические карты
- научиться выполнять съемку с БПЛА и обрабатывать эти материалы для получения высокоточных данных
- сформировать общенаучные и прикладные навыки работы с пространственными данными

Место модуля в образовательной программе

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

Вводный модуль затрагивает следующие темы: 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.

Методы

Учебно-воспитательный процесс направлен на формирование и развитие различных сторон обучающихся, как связанных с реализацией их собственных интересов, так и необходимых для взаимодействия с миром во всех его проявлениях. При этом гибкий подход к занятиям позволяет вовлечь обучающихся с различными способностями. Разнообразие проектных работ позволяет учесть интересы и особенности личности каждого обучающегося. Занятия основаны на личностно-ориентированных технологиях обучения, а также на системно-деятельностном методе обучения.

Данная программа предполагает вариативный подход, так как позволяет увеличить или уменьшить объем той или иной темы (в том числе сложность и порядок проведения занятий) в зависимости от потребностей и возможностей обучающегося.

Методы используемые на занятиях:

- практические методы (упражнения, задачи)

- словесные методы (рассказ, беседа, инструктаж, чтение справочной литературы)
- наглядные методы (демонстрации мультимедийных презентаций, фотографии)
- проблемные методы (методы проблемного изложения) — детям дается часть готового знания
- эвристические (частично-поисковые) методы — детям предоставляется большая возможность выбора вариантов
- исследовательские методы — дети сами ищут и изучают информацию
- иллюстративно-объяснительные методы
- репродуктивные методы
- конкретные и абстрактные методы, синтез и анализ, сравнение, обобщение, абстрагирование, классификация, систематизация, т. е. методы как мыслительные операции
- индуктивные методы, дедуктивные методы

Формы работы

Программа предполагает использование следующих форм работы: кейсы, лабораторно-практические работы, лекции, мастер-классы, занятия-соревнования, экскурсии.

Требования к результатам освоения программы модуля

В результате освоения образовательной программы обучающиеся должны получить как профессиональные и предметные, так и личностные и межличностные компетенции

Профессиональные и предметные компетенции:

Знать:

- основные виды пространственных данных
- принципы функционирования современных геоинформаци- онных сервисов
- профессиональное программное обеспечение для обработки пространственных данных
- основы и принципы космической съемки
- основы и принципы аэросъемки
- основы и принципы работы глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС)
- устройство современных картографических сервисов

- основы веб-программирования и создания собственных геопорталов
- инструменты визуализации пространственных данных для непрофессиональных пользователей
- основы фотографии
- принципы 3D-моделирования
- принципы дешифрирования космических изображений
- основы картографии

Уметь:
- создавать и рассчитывать полетный план для БПЛА
- обрабатывать космическую съемку и дешифрировать ее
- обрабатывать аэросъемку и получать точные ортофотопланы и автоматизированные трехмерные модели местности
- выполнять оцифровку
- программировать геопорталы
- моделировать 3D-объекты
- создавать фототекстуры
- создавать панорамные туры
- использовать мобильные устройства для сбора данных
- искать и анализировать информацию
- выполнять пространственный анализ
- создавать карты

Личностные и межличностные компетенции

Уметь:
- самостоятельно и в группах решать поставленную задачу, анализируя и подбирая материалы и средства для ее решения
- составлять план выполнения работы
- защищать собственные разработки и решения
- работать в команде
- быть нацеленным на результат
- вырабатывать и принимать решения
- демонстрировать навык публичных выступлений

В ходе занятий у обучающихся формируется:
- пространственное мышление
- креативное мышление
- структурное мышление
- логическое мышление
- критическое мышление

- проектное мышление

Формы промежуточного контроля:

- демонстрация результата участия в проектной деятельности в соответствии со выбранной ролью
- экспертная оценка материалов, представленных на защиту проектов
- тестирование
- фотоотчеты и их оценивание
- подготовка мультимедийной презентации по отдельным проблемам изученных тем и их оценивание.

Для оценивания результатов проектной деятельности обучающихся используется критериальное оценивание.

Для оценивания деятельности обучающихся используются ин струменты само- и взаимооценивания

Общее количество часов: 72ч.

Количество занятий (рекомендованное): 36 (2 раза в неделю по 2 часа с перерывом 15 минут)

Количество обучающихся в группе: 14 человек

Возраст обучающихся: 13 - 17 лет

Рекомендации наставникам по использованию программы модуля

Базовый модуль не просто позволяет детям познакомиться со всем многообразием пространственных (геоинформационных) технологий, но и формирует у них пространственное мышление, а также понимание значимости и важности задач, которые они могут решать. Один из постулатов направления — «Дети могут все».

Для формирования у детей понимания их возможностей приводите как можно больше примеров по изучаемым тематикам, при этом делайте упор на разнообразных проектах. Показывайте как можно больше тематических порталов. При этом важно регулярно узнавать у детей их идеи о возможностях применения геоинформационных технологий. Ведь именно эти идеи будут формировать наше будущее.

Показывайте обучающимся больше порталов и приложений разных направленностей: от исторических карт до порталов по поиску оптимальных мест для установки ветрогенераторов. Задачей направления «Геоквантум» является воспитание не будущих геоинформатиков, а людей, способных применять технологии, основанные на географическом расположении объектов, в любой сфере от экономики до культуры. Поэтому старайтесь фокусировать детей на их собственных идеях и увлечениях.

Сегодня геопространственные технологии еще только получают широкое внедрение в государственном секторе, поэтому большинство кейсов вводного модуля направлены на решение городских и региональных проблем и сосредоточены на комплексировании больших объемов разноименных данных. Индустрия геоинформационных технологий постоянно развивается, поэтому просите обучающихся самостоятельно находить необходимые для занятия ресурсы — это совершенствует их компетенции в области самостоятельного поиска информации. Разговаривайте с детьми об их интересах и хобби, просите рассказать о том, чем делают их друзья, занимающиеся в других направлениях «Кванториума», — это позволит сформировать

новые межквантовые проекты, так как направление Геоквантум позволяет агрегировать все направления, где присутствует пространственное распределение, перемещение в пространстве или геоданные.
Важной особенностью модуля является то, что по его результатам формируется крупный ГИС-проект по исследованию территории технопарка. Этот проект станет визитной карточкой технопарка.
В плане указано приблизительное время. Оно может варьироваться в зависимости от компетенций педагога, возраста группы и интересов детей, но важно, чтобы дети познакомились со всеми кейсами и тематиками вводного модуля.

Учебно-тематическое планирование (рекомендуемое)

Раздел 1. Знакомство группы

Тема: Знакомство. Инструктаж по технике безопасности в детском технопарке «Кванториум»
Метод/Форма: игра, лекция
Количество часов: 2
Hard Skills: знание правил техники безопасности при нахождении в технопарке, работе с компьютерным оборудованием, оборудованием и при съемке с БПЛА
Soft Skills: самопрезентация, публичные выступления, умение слушать
Место проведения: детский технопарк «Кванториум»

Раздел 2. Тематические карты, ГИС

Название: Современные карты, или Как описать Землю?

Тема 1: Основы работы с пространственными данными. Что такое карта сегодня?
Количество часов: 2

Тема 2: ГИС — это «слоеный пирог», или Раскрась карту сам
Количество часов: 3

Метод/Форма: Кейс 1
Hard skills: знание основ создания современных карт; умение работать с проекциями; работа в ГИС, загрузка пространственных данных, оформление векторной карты
Soft skills: командная работа, нацеленность на результат, планирование, целеполагание, креативное мышление, пространственное мышление
Место проведения: геоквантум

Раздел 3. Ориентирование на местности

Название: Глобальное позиционирование: найди себя на земном шаре

Тема 1: Основы систем глобального позиционирования Количество часов: 2

Тема 2: Применение ГЛОНАСС для позиционирования Количество часов: 2

Метод/Форма: Кейс 2
Hard skills: понимание основ работы ГЛОНАСС, орбитальных характеристик космических аппаратов; умение работать с ло- ггером, собирать и визуализировать данные на карте, работать с лазерным гравером
Soft skills: пространственное мышление, командная работа, нацеленность на результат, креативное мышление, структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации, выработка и принятие решений
Место проведения: геоквантум, хайтек, территория технопарка/город

Раздел 4. Основы космической съемки

Название: Космическая съемка: что я вижу на снимке из космоса?

Тема 1: Принципы дистанционного зондирования Земли из космоса. Современные космические аппараты ДЗЗ **Количество часов:** 2

Тема 2: Основы дешифрирования космических снимков
Количество часов: 2

Метод/Форма: Кейс 3
Hard skills: работа с космической съемкой, умение определять объекты на космическом снимке. Знание основных характеристик космических

снимков
Soft skills: пространственное мышление, командная работа, нацеленность на результат, креативное мышление, структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации, выработка и принятие решений, публичные выступления

Место проведения: геоквантум

Раздел 5. Экскурсия в центр космического мониторинга

Тема: Применение пространственных технологий
Метод/Форма: экскурсия
Количество часов: 3
Hard skills: закрепление полученных hard skills
Soft skills: системное мышление
Место проведения: предприятие

Раздел 6. Основы фотографии

Название: Фотография и всё, что можно с ней сделать

Тема 1: Введение в фотографию
Количество часов: 1

Тема 2: Создай свой панорамный тур
Количество часов: 3

Тема 3: Создание 3D-панорам (стереопанорам)
Количество часов: 2

Тема 4: Предметное (автоматизированное) 3D-моделирование
Количество часов: 3

Метод/Форма: Лабораторная работа
Hard skills: знание основных принципов фотографии, умение создавать сферические панорамы (в том числе стереопанорамы) и туры, а также трехмерные объекты по фотоснимкам.
Soft skills: пространственное мышление, командная работа, нацеленность на результат,
Место проведения: геоквантум, территория технопарка/город

Раздел 7. Основы съемки с БПЛА

Название: Аэрофотосъемка: для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?

Тема 1: Основы аэрофотосъемки. Съемка земли с воздуха Количество часов: 2

Тема 2: Устройство БПЛА
Количество часов: 1

Тема 3: Планирование аэросъемки и съемка по заданию
Количество часов: 3

Тема 4: Создание ортофотопланов и 3D-моделирование местности
Количество часов: 4

Метод/Форма: Кейс 4
Hard skills: Знание принципов аэрофотосъемки и работы с БПЛА, умение строить полетное задание для БПЛА. Обработка аэросъемки, построение 3D моделей зданий и местности. **Soft skills:** пространственное мышление, командная работа, нацеленность на результат, структурное мышление, логическое мышление, выработка и принятие решений
Место проведения: геоквантум, территория технопарка/город

Раздел 8. Основы 3D-моделирования объектов местности
Название: Как создать трехмерный мир?

Тема 1: Методы построения трехмерных моделей
Количество часов: 2

Тема 2: Точностное 30-моделирование
Количество часов: 2

Тема 3: Фототекстурирование
Количество часов: 2

Метод/Форма: Лабораторная работа
Hard skills: представление о том, из чего состоят модели, какие существуют способы моделирования; умение строить 30-модели внутренних помещений, накладывать фототекстуры, работать с дальномером
Soft skills: пространственное мышление, командная работа, нацеленность на результат, креативное мышление, структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации, выработка и принятие решений, публичные выступления

Место проведения: геоквантум

Раздел 9. Сбор пространственных данных

Название: Data Scout: я создаю пространственные данные

Тема 1: Мобильные ГИС-приложения
Количество часов: 2

Тема 2: Принципы функционирования и передачи информации в веб-ГИС
Количество часов: 3

Тема 3: ГИС-анализ
Количество часов: 2

Метод/Форма: Кейс 5
Hard skills: умение создавать формы тематического сбора пространственных данных для мобильных устройств, собирать тематические данные, проводить анализ данных в ГИС
Soft skills: пространственное мышление, командная работа, структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации
Место проведения: геоквантум, территория технопарка/город

Раздел 10. Data-экспедиция

Тема: Тематический сбор данных
Метод/Форма: экскурсия/экспедиция
Количество часов: 3
Hard skills: умение самостоятельно организовать сбор пространственных данных
Soft skills: пространственное мышление, командная работа, поиск и анализ информации, проектная работа
Место проведения: город/выставка

Раздел 11. Инструменты и технологии создания карт

Название: Создание картографического произведения, или Проведи оценку территории

Тема 1: Основы создания современных карт, инструменты создания карт
Количество часов: 2

Тема 2: Оцифровка и создание карты
Количество часов: 3

Тема 3: Компоновка карты и публикация данных **Количество часов:** 2

Метод/Форма: Кейс 6
Hard skills: умение работать в профессиональных геоинформационных приложениях, оцифровывать данные, создавать карты; понимание принципов точности данных дистанционного зондирования; умение интегрировать результаты всех кейсов в один проект
Soft skills: пространственное мышление, командная работа, структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации
Место проведения: геоквантум, территория технопарка/город

Раздел 12. Создание собственного веб-портала

Название: Sharing Results

Тема 1: Основы программирования геопорталов

Количество часов: 2

Тема 2: Способы визуализации и публикации пространственных данных
Количество часов: 4

Тема 3: Средства по созданию собственных геосервисов. Геопространственные «мэшапы»
Количество часов: 2

Метод/Форма: Лабораторная работа
Hard skills: умение создавать (программировать) веб-страницы с интегрированной картой, подключать тематические библиотеки, добавлять слои геоданных из открытых источников, редактировать интерфейс карты, добавлять геометки, подключать и использовать измерительные инструменты, создавать события при работе с картой.
Soft skills: пространственное мышление, командная работа, нацеленность на результат, структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации, проектная работа
Место проведения: геоквантум

Раздел 13. Представление результатов работы

Тема: Оформление презентаций проектов **Метод/Форма:** Лабораторная работа **Количество часов:** 2

Hard skills: умение создавать информативные, качественные и красивые презентации
Soft skills: нацеленность на результат, креативное мышление, структурное мышление, логическое мышление, поиск и анализ информации, выработка и принятие решений, публичные выступления
Место проведения: геоквантум, конференц-зал детского технопарка «Кванториум».

Кейсы, входящие в программу

Кейс 1. Современные карты, или Как описать Землю?

Краткое содержание: кейс знакомит обучающихся с разновидностями данных. Решая задачу кейса, дети изучают следующие темы:

- 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 другие вспомогательные инструменты формирования карты

Кейс 2. Глобальное позиционирование: найди себя на земном шаре

Краткое содержание: несмотря на то, что навигаторы и спортивные трекеры стали неотъемлемой частью нашей жизни, мало кто знает принцип их работы. Пройдя кейс, дети узнают, что такое ГЛОНАСС/GPS, разберутся в принципах их работы, истории, современных системах и их применение. Кроме того, обучающиеся научатся применять логгеры, визуализировать текстовые данные на карте и создавать карту интенсивности.

Кейс 3. Космическая съемка: что я вижу на снимке из космоса?

Краткое содержание: на основе решения задачи мониторинга с использованием космической съемки кванторианцы осваивают следующие темы:

- методы дистанционного получения изображений и их классификация
- виды космических аппаратов и данных, получаемых с них, основные характеристики снимков

- возможности применения изображений из космоса
- дешифрирование объектов местности

Кейс 4. Аэрофотосъемка: для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?

Краткое содержание: этот объемный кейс позволит ребятам полностью освоить технологическую цепочку, используемую коммерческими компаниями: устройство и принципы функционирования БПЛА, основы фото- и видеосъемки и принципов передачи информации с БПЛА, обработку данных с БПЛА

Кейс 5. DataScout: я создаю пространственные данные

Краткое содержание: уникальный кейс, позволяющий детям не просто познакомиться с краудсорсингом в ГИС, но и самим с помощью мобильных устройств организовать сбор пространственных данных для ГИС-сервиса.

Кейс 6. Создание картографического произведения, или Проведи оценку территории

Краткое содержание: Финальный кейс, включающий в себя почти все результаты вводного модуля, направленный на объединение всех пространственных данных в единую систему. В ходе решения кейса обучающиеся освоят основы работы в геоинформационных приложениях, оцифровке данных, созданию карты, оценке точности данных дистанционного зондирования.

Результат данного кейса является отчетным для всего направления и будет участвовать в ярмарке геопорталов детских технопарков «Кванториум».

Источники информации

Алмазов И.В., Алтынов А.Е., Севастьянова М.Н., Стеценко А.Ф. Сборник контрольных вопросов по дисциплинам «Аэрофотография», «Аэросъемка», «Аэрокосмические методы съемок». — М.: изд. МИИГАиК, 2006. — 35 с.

Баева Е.Ю. «Общие вопросы проектирования и составления карт» для студентов специальности «картография и геоинформатика» — М.: изд. МИИГАиК, 2014. — 48 с.

Макаренко А.А., В.С. Моисеева В.С., Степанченко А.Л. Учебное пособие по курсовому проектированию по курсу «Общегеографические карты» / Под общей редакцией Макаренко А.А. — М.: изд. МИИГАиК, 2014. — 55 с.

Верещака Т.В., Качаев Г.А. Методическое пособие по использованию топографических карт для оценки экологического состояния территории. — М.: изд. МИИГАиК, 2013. — 65 с.

Редько А.В., Константинова Е.В. Фотографические процессы регистрации информации. — СПб.: изд. ПОЛИТЕХНИКА, 2005. — 570 с.

Косинов А.Г., Лурье И.К. Теория и практика цифровой обработки изображений. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Под ред. А.М.Берлянта. Учебное пособие — М.: изд. Научный мир, 2003. — 168 с.

Радиолокационные системы воздушной разведки, дешифрирование радиолокационных изображений. Под ред. Школьного Л.А. — изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2008. — 530 с. Киенко Ю.П. Основы космического природоведения: учебник для ВУЗов. — М.: изд. Картгеоцентр — Геодезиздат, 1999. — 285 с.

Иванов Н.М., Лысенко, Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов: учебник для ВУЗов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: изд. Дрофа, 2004. — 544 с.

Верещака Т.В., Курбатова И.Е. Методическое пособие по курсу «Экологическое картографирование» (лабораторные работы). — М.: изд. МИИГАиК, 2012. — 29 с.

Иванов А.Г., Крылов С.А., Загребин Г.И. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Цифровая картография». Для студентов 3 курса по направлению подготовки «Картография и геоинформатика» — М.: изд. МИИГАиК, 2012. — 40 с.

Иванов А.Г., Загребин Г.И. Атлас картографических проекций на крупные регионы Российской Федерации: учебно-наглядное издание. — М.: изд. МИИГАиК, 2012.-19 с.

Петелин А. 3D-моделирование в SketchUp 2015 — от простого к сложному. Самоучитель — изд. ДМК Пресс, 2015. — 370 с., ISBN: 978-5-97060-290-4
Быстров А.Ю., Лубнин Д.С., Груздев С.С., Андреев М.В., Дрыга Д.О., Шкуров Ф.В., Колосов Ю.В. Применение геоинформа- ционных технологий в дополнительном школьном образовании — В сборнике: Экология. Экономика. Информатика. Ростов-на-Дону, 2016. — С. 42-47.
ГИСГео http://gisgeo.org/
ГИСа http://gisa.ru/
GIslab http://gis-lab.info/
Геознание — консудьтационно-образовательная онлайн-среда http://www.geoknowledge.ru
Портал внеземных данных http://cartsrv.mexlab.ru/geoportal/#body=mercury&proj=sc&loc=%280.17578125%2C0%29&zo om=2
OSM http://www.openstreetmap.org/

Список методических материалов и тематических порталов для обучающихся

Ллойд Б. История географических карт. — изд. Центрполиграф, 2006. — 479 с., ISBN: 5-9524-2339-6
Кравцова В.И. Космические снимки и экологические проблемы нашей планеты: книга для детей и их родителей — Сканэкс, Москва 2011.
Проектные траектории Геоинформатика. — Москва, 2016.
Онлайн карта пожаров http://www.fires.ru/
Suff in space http://www.stuffin.space/
Пазл Меркатора http://bramus.github.io/mercator-puzzle- redux/
Угадай страну по снимку http://qz.com/304487/the-view-from-above-can-you-name-these-countries-using-only- satellite-photos/
GeoIQ http://kelsocartography.com/blog/?p=56
Угадай город по снимку https://www.theguardian.com/cities/2015/sep/30/identify-world-cities-street-plans-quiz
Угадай страну по панораме https://geoguessr.com/
Онлайн карта ветров https://earth.nullschool.net/ru/
Kids map http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=802841aae4dd45778801cd1d375795b9&exte nt=17.0519,35.7429,105.7335,71.745
Карта погоды https://weather.com/weather/radar/interactive/l/USAK0012:1:US
OCM трехмерные карты http://demo.f4map.com/#lat=55.7510827&lon=37.6168627&zoom=17&camera.theta=69.687&camera. phi=-5.73

Базовые кейсы

Кейс 1. Современные карты, или Как описать Землю?

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

Описание реальной ситуации

Мэр города выступал перед учащимися одной из школ и рассказал, что совсем скоро в город должна приехать звезда мирового уровня. У нее мало времени для путешествий, и поэтому она хочет заранее изучить карту города. Мэр посетовал, что существующие карты города морально и физически устарели, а если показать карту «Яндекс», то звезда вряд ли запомнит город. Один из обучающихся школы подумал, что мог бы вместе с друзьями взяться за эту задачу. Какую вы можете сделать карту, чтобы звезде запомнился город?

Вопросы к кейсу

1. Попросите детей предложить собственные пути решения данной проблемы.
2. Попросите детей найти примеры карт вашего город или показать их любимые карты.

Место кейса в структуре модуля:

основы работы с пространственными данными, геоинформационные системы, визуализация и представление результатов

Количество учебных часов: 4 часа

Занятие 1

Цель: изучить основы работы с пространственными данными, узнать, что такое карта сегодня

Что делаем:

- изучаем современные электронные карты, сервисы и др.
- изучаем проекции
- соревнуемся в пазл Mercator

Компетенции: знание современных технологий картографирования, знание проекции

Кол-во часов: 2 часа

Занятие 2

Цель: узнать основные принципы работы в ГИС, научиться работать с отображением векторных данных

Что делаем:

- изучаем основы геонформационных систем
- выгружаем открытые данные из веб
- работаем с оформление векторных слоев

Компетенции: умение работать в веб-ГИС; умение работать с векторными данными.

Кол-во часов: 2 часа

Занятие 3

Цель: Анализ собранных данных

Что делаем: Анализируем атрибуты, полученных данных, проводим пространственный анализ

Компетенции: Умение работать с инструментами пространственного атрибутивного анализа (ГИС-анализ)

Кол-во часов: 2 часа

Методы работы с кейсом: проектная деятельность.

Минимальный необходимый уровень входных компетенций

Работа с компьютером, знание видов графических данных.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты: создание электронной карты собственного оформления (дизайна)

Формируемые навыки (soft и 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
- пространственное мышление
- навыки командной работы
- креативное мышление
- нацеленность на результат
- навыки целеполагания
- навыки планирования

Процедуры и формы выявления образовательного результата

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

Необходимые расходные материалы и оборудование

- компьютер с доступом в интернет
- печатные карты
- модели тел
- глобусы
- векторные данные OSM
- Scanex Geomixer или аналогичный сервис
- Google Maps, Яндекс-карты, навигаторы
- программно-аппаратный учебный комплекс «datascout. аэросъемка+3dropog»
- программно-аппаратный учебный комплекс для школьников «datascout. космосъемка»
- базовый комплект наглядных пособий и методических материалов «Геоинформатика»

Список рекомендуемых источников

- «Геознания» — информационно-консультационная среда
- инструкция по работе с программным обеспечением (Scanex Geomixer)
- Open street map — OSM.org
- примеры красочных карт — Carto, Metrocosm, Arcgis и др.
- Майкл ДеМерс. Географические информационные системы. Основы / Дата+, 1999, 498 с. Книга
- 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
- Пиньде Фу, Цзюлинь Сунь Веб-ГИС: Принципы и применение / Дата+, 2013, 356 с.
- http://metrocosm.com/global-migration-map.html,
- https://bramus.github.io/mercator-puzzle-redux/,https://www.travelpod.com/traveler-iq

Термины и понятия

- картографирование
- проекция
- геоид
- векторные данные
- геопортал
- геоинформационные слои
- генерализация

Руководство для наставника

Обзор занятия

Ключевые понятия:

- картографирование
- проекция
- геопортал
- геоинформационные слои

Ход кейса:

- Знакомство с понятием форма Земли
- Изучение основы создания карт и проекции
- Игра в пазл Mercator (https://bramus.github.io/mercator- puzzle-redux/)
- Изучение классификации карт
- Изучение современных электронных карт (геопорталов)
- Изучение функционала геопорталов
- Создание собственной карты
- Тестирование карты (масштабирование, перемещение по карте, нажатие на объекты) и сравнение со сторонними картами
- Модификация своей карты
- Подведение итогов

Время: 4 часа

Демонстрации (погружение в проблему)

- Начните с просмотра примеров современных электронных карт (http://metrocosm.com/global-migration-map.html) и попросите определить из чего они состоят:
  - Чем эта карта отличается от печатных карт?
  - Почему эта карта выглядит именно так?
  - Какие данные использовались, чтобы ее создать?
  - Каких общепринятых элементов нет на этой карте?
  - Как и кем используются эти карты?
- Попросите обучающихся выбрать любую печатную карту в классе и найти аналоги электронных карт в интернете.
- Предложите детям сыграть в Traveler IQ (http://www.wordgametime.com/games/traveler-iq-challenge)
- Спросите:
  - Какой формы Земля?
  - Что нужно сделать с обычной картой, чтобы она стала трехмерной?
- Дайте обучающимся лист бумаги с картой Земли в любой проекции и предложите выполнить обратную задачу картографирования: сделать шар из листа бумаги.
- Предложите выдвинуть гипотезы, почему это так проблематично, чтобы обучающиеся сами пришли к тому, что есть проекции.
- Расскажите об особенностях проецирования небесных тел.
- Предложите детям сыграть в пазл Mercator (https://bramus.github.io/mercator-puzzle-redux/) для демонстрации влияния проекции на размеры объектов.
- Познакомьте обучающихся с профессиональными геопорталы и их функционалом: http://fires.kosmosnimki.ru/.

Цель проекта — создать электронную карту города

В ходе проекта, который реализуют дети, вводятся научные концепции, позволяющие понять основы картографирования, узнать, как создаются современные карты. Ученики узнают об особенностях представления пространственных данных. Подробнее ознакомятся с особенностями работы с векторными данными, получают базовые компетенции по работе с геоинформационными системами, знакомятся с основами геоаналитики.

Материалы:

- компьютер с доступом в интернет
- векторные данные OSM
- Scanex Geomixer или аналогичный сервис

Шаги:

1. Начните знакомство с основных функций геопортала, таких как включение/отключение слоев, задание порядка слоев, просмотр объектов в слое, просмотр атрибутивной информации.
2. Расскажите о том, какие данные загружены.
3. Расскажите о функциях оформления цветов.
4. Расскажите о генерализации и попросите найти оптимальный масштаб для перехода от площадных объектов к точечным или линейным.
5. Напомните о важности правильный порядка слоев.
6. Расскажите об особенностях надписывания объектов.

Советы

1. Просите детей экспериментировать с цветами.
2. Попросите включить каждый слой по отдельности, чтобы найти закрытые другими слоями объекты.
3. Попросите детей аргументировать выбор той информации, которую они включили в надписи для объектов.

Вопросы для обсуждения

- Когда вы последний раз пользовались печатной картой или атласом?
- Какими геосервисам вы пользуетесь и почему?

- Можно ли с помощью линейки или курвиметра измерять по карте мира расстояния?
- Что важнее для карты дизайн или содержание?
- Что сможет изменить в Мире появление новых карт?
- Какие тематики для картографирования вы считаете важными для Мира, страны, города, района?
- Картографического сервиса на какую тематику не хватает именно Вам?

Руководство для обучающегося

Цель: Создать свою первую электронную карту

Старт

Суть проекта заключается в том, что на основе собранных кем-то другим данных вам нужно самим создать электронную карту, самостоятельно задав параметры ее оформления, генерализации, надписывания и др. Такая карта будет удобна как для местных жителей, так и для туристов, а благодаря нестандартному оформлению позволит привлечь внимание людей к новым местам в городе, что повлечет за собой развитие и благоустройство городской территории.

Но прежде всего нужно понять. какие же есть преимущества у электронной карты. Для этого вам нужно изучить несколько ключевых понятий, найдя ответы на вопросы:

- Какой формы Земля?
- Что нужно сделать с обычной картой, чтобы она стала трехмерной?

Задания

- Предположите, чем отличаются равнопромежуточная проекция от стереографической.
- Сыграйте в пазл Mercator (https://bramus.github.io/mercator-puzzle-redux)
- Составьте классификацию карт, какие виды карт Вы знаете и как их можно поделить?
- Сыграйте в Traveler IQ (http://www.wordgametime.com/games/traveler-iq-challenge)

- Посмотрите примеры современных электронных карт и определить из чего они состоят.
- Чем эти карта отличается от печатных карт?
- Почему эти карта выглядит именно так?

- Какие данные использовались, чтобы их создать?
- Каких общепринятых элементов нет на этих картах?
- Как и кто использует эти карты?

Планирование

- Какие данные нужны, чтобы составить городскую карту?
- Какой минимальный набор данных нужен для такой карты?
- Подберите, какие цветовые схемы можно использовать для оформления карты
- Подобрать оптимальные свойства генерализации

Материалы

- Компьютер
- Интернет
- Векторные данные OSM
- Scanex Geomixer или аналогичный сервис

Советы для создания и тестирования вашего проекта

1. Не бойтесь экспериментировать, вода необязательно должна быть синего цвета
2. Используйте нестандартные цветовые схемы (http:// colorhunt.co/)
3. Используйте графические эффекты (прозрачность, стиль заливки и др.)
4. Найдите оптимальный масштаб для перехода от площадных объектов к точечным или линейным
5. Задайте правильный порядок слоев, чтобы одни объект не закрывали другие объекты.
6. Подберите оптимальные и информативные подписи для объектов

Доработка карты

Зайдите на любой геопортал с картой города и сравните со своей картой, возможно, Вы о чем-то забыли или стоит

добавить больше объектов

Обсуждение

- Что Вы узнали на занятии?
- Какие данные нужно добавить на Вашу карту?
- Какие функции Вам хочется добавить для Вашей карты?
- На какую тематику Вы бы хотели сделать следующую карту?

Что, если...

- ...самим нарисовать все данные?
- …сделать работу на другой платформе?
- А можно сделать так в Google Maps или Яндекс-картах?
- А как получены эти векторные объекты?
- А если объекты будут растровые?
- А как сделать мою карту доступной для всех?
- А почему многие карты в интернете устаревшие?
- Зачем нужны печатные карты? И почему их не заменить электронными?

Кейс 2. Глобальное позиционирование: найди себя на земном шаре

Описание реальной ситуации

Мэрия нашего города решила комплексно благоустроить улицы города (расширить пешеходную зону, положить плитку, сделать велодорожки и красивые общественные места). 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?

Кейс формирует у детей понимание основ ориентирования на местности с использованием как традиционных средств в виде карт, так и современных спутниковых навигационных систем, навигаторов и картографических сервисов; знакомит детей с примерами применения этих систем в жизни и учит основам работы с логгерами для последующего самостоятельного сбора тематических пространственных данных.

Решая проблему, обозначенную в кейсе, обучающиеся научатся разбираться в принципах и особенностях работы систем глобального позиционирования. Научатся сами создавать пространственные данные с использованием таких систем. Узнают, какие еще системы используются для определения своего местоположения. Кейс направлен на формирование аналитических способностей в части сбора пространственных данных с помощью систем глобального позиционирования. Ученики научатся использовать глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС) для решения реальных задач. Получат компетенции по использованию ГНСС систем для геоинформационного анализа, а также познакомятся с новыми способами визуализации пространственных данных.

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 это используется?
3. Как это работает?

4. Найдите любой спутник ГЛОНАСС (GLONASS) и GPS (NAVSTAR).
5. Ознакомьтесь с характеристиками и орбитой полета.
6. Найдите самый «старый» и самый «молодой» спутник Российской системы ГЛОНАСС.
7. Что будет, если не контролировать околоземное пространство?
8. Может ли ГЛОНАСС помочь в решении нашей проблемы?

Место кейса в структуре модуля:

ориентирование на местности, сбор данных, геоинформационные системы

Количество учебных часов: 4 часа

Занятие 1

Цель: изучить основы систем глобального позиционирования **Что делаем:** изучаем проблематику, историю, виды и принципы работы глобальных навигационных спутниковых систем, их применение
Компетенции: знание основы работы ГЛОНАСС и факторов, влияющих на сигнал
Кол-во часов: 2 часа

Занятие 2

Цель: узнать принципы применения ГЛОНАСС для позиционирования
Что делаем:

- работаем с логгером
- записываем трек
- визуализируем на карте
- проводим анализ

Компетенции: умение работать с логгером, визуализацей навигационных данных на карте, умение работать с веб-ГИС
Кол-во часов: 2 часа

Методы работы с кейсом: Практическая работа с элементами проектной деятельности

Минимальный необходимый уровень входных компетенций
Работа в Microsoft Excel, знание типов пространственных данных, работа в ГИС.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты: создание собственной карты интенсивности

Формируемые навыки (soft и hard skills):

- понимание основ работы ГЛОНАСС, орбитальных характеристик космических аппаратов,
- умение работать с логгером,
- умение собирать и визуализировать данные на карте,
- пространственное мышление,
- навыки командной работы,
- креативное, структурное и логическое мышление,
- умение поиска и анализа информации,
- навыки выработки и принятия решений,

Процедуры и формы выявления образовательного результата

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

Необходимые расходные материалы и оборудование:

- компьютер с доступом в интернет
- защищенный планшет или мобильное устройство
- приложение-логгер (NextGIS Logger или аналог)
- геопортал (Geomixer, Arcgis Online или аналог)
- набор для создания карты интенсивности
- программно-аппаратный учебный комплекс «DataScout. Аэ-росъемка+3DГород»
- программно-аппаратный учебный комплекс для школьников «DataScout. Городской исследователь»
- базовый комплект наглядных пособий и методических материалов «Геоинформатика»

- лазерный гравер, расходные материалы, листы фанеры (при наличии)

Список рекомендуемых источников:

- «Геознание» — консультационно-образовательная онлайн- среда
- инструкция по работе с программным обеспечением (NextGIS Logger) — Nextgis.ru
- ГИСгео (примеры применения, собираемых данных) http:// gisgeo.org/
- уроки ArcGIS online https://learn.arcgis.com/ru/
- Владимир Бартенев, Александр Гречкосеев, Дмитрий Ко- зорез, Михаил Красильщиков, Владимир Пасынков, Герман Себряков,

Кирилл Сыпало Современные и перспективные информационные ГНСС-технологии в задачах высокоточной навигации / ФИЗМАТЛИТ, 2014, 200 с. ISBN 978-5-9221-15773
- Ю. Песков: Морская навигация с ГЛОНАСС/GPS /Моркнига, 2010 , 148с, ISBN: 978-5-903080-86-1
- Google Maps, «Яндекс-карты», навигаторы, «Яндекс-такси»/«Яндекс-транспорт», Instagram, Facebook, VK и др.
- http://www.stuffin.space/
- http://www.flightradar24.com/, http://www.marinetraffic.com/ru/

Термины и понятия

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

Руководство для наставника

Обзор занятия

Ключевые понятия:

- глобальное позиционирование
- навигация
- точность
- трекинг
- визуализация
- HeatMap

Ход кейса:

1. Введение в проблематику
2. Изучение околоземного пространства
3. Изучение развития приборов и средств для навигации?
4. Знакомство с базовыми принципами работы ГНСС
5. Изучение факторов, влияющих на точность
6. Знакомство с современными системами навигации
7. Изучение примеров применения данных спутниковой навигации
8. Разбор принципа работы и устройства порталов, использующих

ГЛОНАСС/GPS
9. Планирование решения задачи
10. Создание карты с помощью набора для создания карты интенсивности
11. Изучение устройства логгера
12. Сбор пространственных данных
13. Визуализация
14. Анализ полученного результата и его недостатков
15. Изучение современных систем визуализации пространственных данных
16. Подведение итогов

Время: 4 часа

Демонстрации (wow-эффект)

- Начните с демонстрации портала http://www.stuffin.space/.
- Спросите у обучающихся:
  - Что летает вокруг Земли?
  - Как это систематизировано?
  - А что будет, если не контролировать околоземное пространство (покажите результат аварии космических аппаратов)?
- Попросите найти любой спутник ГЛОНАСС (GLONASS) и GPS (NAVSTAR). Дайте время ознакомиться с характеристиками и орбитой полета. Попросите найти самый «старый» и самый «молодой» спутник ГЛОНАСС.
- Попросите рассказать об истории развития позиционирования:
  - Какие существовали и существую приборы?
  - Чем сами обучающиеся пользуются?
- Разберите принципы работы и устройства порталов мониторинга самолетов, морских судов и др.

Цель проекта — определить с помощью ГНСС-технологий интенсивность перемещения обучающегося.

В ходе работы над кейсом вводятся научные концепции, позволяющие понять основы работы глобальных навигационных спутниковых систем. Обучающиеся изучат современные навигационно-картографические порталы, группировки спутниковых навигационных систем с использованием интерактивных приложений, узнают, какие существуют альтернативные способы вычисления собственного местоположения

кроме ГЛОНАСС/GPS-систем, поработают с логгерами и визуализируют полученные треки движения в ГИС-среде, используя различные атрибутивные параметры для их оптимального отображения, познакомятся с основными принципами геоаналитики.

Оборудование

- компьютер с доступом в интернет
- мобильное устройство
- приложение-логгер (NextGIS Logger или аналог)
- геопортал (Geomixer, Arcgis Online или аналог)
- набор для создания карты интенсивности

Шаги:

1. Начните с анализа проблемы
2. Определите, какие технические средства можно использовать для определения интенсивности
3. Воспользуйтесь набором для создания карты интенсивности
4. Расскажите об основных функциях логгера
5. Соберите данные
6. Расскажите о файле, получаемом логгером
7. Расскажите об особенностях визуализации данных на основе их атрибутов
8. Расскажите о том, как строятся HeatMap
9. Сравните предполагаемый и реальный результат
10. Определите места, где требуется провести благоустройство, изучите их более подробно

Советы

- Объяснить особенности работы навигационных модулей в мобильных устройствах. Иногда им требуется прогрев.
- Возьмите навигационный приемник и сравните его точность и точность мобильного устройства.
- Попросите обучающихся как можно дольше не выключать логгер на мобильном устройстве. Для устройств на IOS есть приложение GPS Tracker&Logger(https://itunes.apple.com/us/app/gps-tracker-logger/id1152822293?mt=8)

Вопросы для обсуждения

- Как часто вы пользуетесь ГНСС-системами?
- Для каких целей вы их используете?
- Когда родители при путешествии пользуются картой или атласом

- О каких альтернативных способах позиционирования навигации вы знаете?
- Как реализована навигация внутри помещений?
- С помощью каких технологий можно отслеживать текущее положение на карте?
- Какие тематики для использования ГНСС вы считаете важными для Мира?
- Как обманывают навигатор спецслужбы?

Руководство для обучающегося

Задача: Определить приоритет благоустройства территорий, исходя из критерия посещаемости населением.

Старт

Суть проекта заключается в том, вам необходимо выяснить, как с помощью геоинформационных технологий определить места, требующие благоустройства, но исходя не из качественных критериев (обветшалые здания, плохой асфальт, некачественная инфраструктура), а из количественных факторов: интенсивности посещения людьми тех или иных мест. Основными данными для данного исследования будут служить данные ГНСС.

Для этого сначала необходимо понять, что же такое системы позиционирования и для чего они используются.
Для этого нам нужно изучить несколько ключевых понятий, найдя ответы на следующие вопросы:

- Как раньше люди ориентировались в пространстве?
- Какие существовали и существуют приборы навигации и позиционирования?
- Каковы базовые принципы работы ГНСС?
- Какие факторы влияют на точность измерения координат?
- Для чего используются системы позиционирования?

Задание

- Разобрать принцип работы и устройства порталов:
  - http://www.flightradar24.com/
  - http://www.marinetraffic.com/ru/7978
  - http://maps.kosmosnimki.ru/api/index.html?D4BA4956CC2 E4A 818F0AC66F156C2713
- Что такое логгер? Какие из современных устройств построены на его основе?
- Из чего состоит векторный файл логгера?

Планирование

Чтобы спланировать работу, ответьте на вопросы:

- По каким критериям можно определить приоритет территории для благоустройства? (В чем это можно измерить?)

- Как можно оценить посещаемость тех или иных мест города?

- Какие технические средства для этого нужны?
- Самостоятельно предположите такие места на основе собственной активности.
- Сопоставьте данные, полученные с помощью ГНСС, и ваши предположения.
- Как визуализировать интенсивность?

Материалы

- компьютер с доступом в интернет
- мобильное устройство
- приложение-логгер (NextGIS Logger или аналог)
- геопортал (Geomixer, Arcgis Online или аналог)
- набор для создания карты интенсивности

Советы для создания и тестирования вашего проекта

1. Оцените, для каких мест ваш анализ будет неточен.
2. В чем преимущества применения ГНСС-технологий по сравнению с другими способами и в чем недостатки (например, по сравнению с соцопросом)?
3. Определите, какие данные, помимо координат, вам важно знать при определении интенсивности посещаемости мест.
4. Какие геоинформационные инструменты Вам понадобятся для выполнения этой работы?

Доработка проекта

С помощью каких систем или какими способами можно повысить точность вашего исследования?

Обсуждение

- Что Вы узнали на занятии?
- Придумайте альтернативные способы позиционирования, например для внеземных территорий (Луна, Марс и др.)?
- Как происходит позиционирование во время космических миссий?
- Как за нашим местоположением могут следить спецслужбы?
- Какие задачи помимо позиционирования решают ГНСС-системы?

Что, если...

- ...отслеживать мое положение по космическому снимку?
- …увеличить число спутников ГНСС в 10 раз?
- …использовать БПЛА для навигации?
- …отказаться от этой системы?
- …использовать лазерное сканирование?

- …неправильно визуализировать данные?

Кейс 3 Космическая съемка: что я вижу на снимке из космоса?

Решая проблему, обозначенную в кейсе, обучающиеся научатся разбираться в видах космической съемки, определять различные типы объектов на снимке (антропогенные, природные, сельскохозяйственные и т. д.) по их прямым и косвенным дешифровочным признакам. Узнают, как определить, что растет на поле, обнаружить пожар или разлив нефти и т.д. Кейс направлен на формирование связи между реальными объектами на местности и объектами на аэрокосмическом снимке. Ученики научатся использовать космическую съемку для решения реальных задач, получат компетенции по использованию космической съемки для геоинформационного анализа.

Описание реальной ситуации

В городе Нижневартовске из-за раннего прихода весны, беспрерывных дождей, а также несвоевременного спуска плотины произошел разлив реки Обь и ее притоков (https://youtu. be/PFE-GhXo1mM). Военные и МЧС мобилизировали все возможные силы для спасения людей. В «Кванториум» обратилось руководство МЧС с просьбой помочь им с точной оценкой объемов наводнения.

Вопросы к кейсу:

- Как мы можем помочь МЧС?
- Попробуйте найти примеры оценки объемов наводнения
- Как геоинформационные технологии могут нам помочь?
- Эффективна ли будет космическая съемка?
- Кто видел свой дом из космоса?

Включите видео
(https://www.youtube.com/watch?v=ev9oPUNaqXE)

1. Как получено это видео/фото?
2. В чем отличие съемки, полученной космическим аппаратом и этого видео?

Покажите портал (http://arcg.is/qPn9H)

1. Какой минимальный набор оборудования нужен для съемки Земли?

Место кейса в структуре модуля:

основы работы с пространственными данными, обработка де-

шифрирование и данных ДЗЗ, геоинформационные системы.

Количество учебных часов: 4 часа

Занятие 1

Цель: изучить принципы дистанционного зондирования Земли из космоса, познакомиться с современными космическими аппаратами ДЗЗ

Что делаем:

- знакомимся с особенностями съемки из космоса
- изучаем основные характеристики данных ДЗЗ
- знакомимся с современными космическими аппаратами

Компетенции: знание характеристик космической съемки и основных особенностей данных ДЗЗ

Кол-во часов: 2 часа

Занятие 2

Цель: овладеть основами дешифрирования космических снимков

Что делаем:

- учимся распознавать объекты на космических снимках
- учимся анализировать космические снимки

Компетенции: умение работать с материалами космической съемки.

Кол-во часов: 2 часа

Методы работы с кейсом: практическая работа с элементами проектной деятельности

Минимальный необходимый уровень входных компетенций

Работа с компьютером, знание видов графических данных, навыки работы с векторными данными.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты: электронная карта зоны затопления

Формируемые навыки (soft и hard skills):

- умение работать с космической съемкой
- умение определять объекты на космическом снимке
- знание основных характеристик космических снимков
- пространственное мышление
- навыки командной работы
- структурное креативное и логическое мышление
- навыки поиска и анализа информации

- нацеленность на результат
- навыки по выработке и принятию решений
- навыки публичных выступлений

Процедуры и формы выявления образовательного результата

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

Необходимые расходные материалы и оборудование

- компьютер с доступом в интернет
- космическая съемка
- векторные данные с описанием объектов на космических снимках
- Scanex Geomixer или аналогичный сервис
- Google Maps, Яндекс-карты, навигаторы, СМИ
- программно-аппаратный учебный комплекс «DataScout. Аэросъемка+3DГород»
- программно-аппаратный учебный комплекс для школьников «DataScout. Космосъемка»
- базовый комплект наглядных пособий и методических материалов «Геоинформатика»

Список рекомендуемых источников

- «Геознание» — консультационно-образовательная онлайн- среда

- Инструкция по работе с программным обеспечением (Scanex Geomixer)
- Виды современных ДЗЗ http://learn.arcgis.com/ru/arcgis- imagery-book
- Роберт А. Шовенгердт Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений — Техносфера, 2013 — С. 582 — ISBN 978-5-94836-244-1
- У. Г. Рис Основы дистанционного зондирования — Техносфера, 2006 — С.346 — ISBN 5-94836-094-6
- Портал «Угадай страну по снимку» http://qz.com/304487/the-view-from-above-can-you-name-these-countries-using-only-satellite-photos/
- Примеры космической съемки на внеземные территории http://cartsrv.mexlab.ru/geoportal

Термины и понятия

- дистанционное зондирование
- растровые данные
- электромагнитный спектр и охват его системами дистанционного зондирования
- пространственное разрешение
- спектральное разрешение
- мультиспектральный снимок
- временное разрешение
- дешифровочные признаки
- виды орбит
- кубсаты

Руководство наставника

Обзор занятия

Ключевые понятия:

- дистанционное зондирование.
- растровые данные.
- спектральный диапазон.
- характеристики космической съемки.
- дешифровочные признаки.

Ход кейса:

1. Погружение в проект
2. История развития дистанционного зондирования
3. Как выполняется съемка и строится изображение

4. Классификация съемки и ее характеристики
5. Советские и российские космические аппараты
6. Дешифрирование космической съемки
7. Выполнение проекта
8. Оцифровка зоны затопления
9. Анализ полученных результатов и недостатков
10. Современные системы космической съемки и ее будущее
11. Подведение итогов

Время: 4 часа

Демонстрации (погружение в проблему)

- Начните с погружения в проект
- Узнайте, кто хоть раз смотрел на свой дом из космоса.
- Включите видео «Ночная съемка Земли с борта МКС».
- Спросите у обучающихся, что за огни и вспышки они видят.
- Спросите, в чем разница между данным видео или снимком космонавта с борта МКС и снимком, полученным космическим аппаратом. Если возникнут трудности, покажите обучающимся портал с ночной съемкой. Выдвигаются гипотезы, и обучающиеся сами приходят к выводу, что основное — это точность.
- Спросите, что нужно, чтобы снимать Землю. Что появилось раньше: фотография или летательный аппарат?
- Попросите найти отличия между разными видами космической съемки.
- Попросите обучающихся самостоятельно определить пространственное разрешение нескольких снимков.
- Спросите, какие задачи может решать космическая съемка, и покажите снимок MODIS вашего региона, сделанный сегодня . Попросите обучающихся охарактеризовать его.

Цель проекта — оперативно оценить ущерб, причиненный наводнением.

В ходе данного проекта вводятся научные концепции, позволяющие понять основы космической съемки и ее видов. Этот кейс дает детям базовые знания и навыки по интерпретации аэрокосмической съемки. Дети подробнее знакомятся с особенностями работы с растровыми данными, получают базовые компетенции по применению космической съемки, знакомятся с основными принципами геоаналитики.

Материалы:

- компьютер с доступом в интернет
- космическая съемка
- векторные данные с описанием объектов на космических снимках
- Scanex Geomixer или аналогичный сервис
- распечатанные космические снимки

Шаги:

1. Начните с основных функций геопортала по работе с растровыми данными.
2. Расскажите о том, какие данные у них загружены
3. Расскажите об особенностях оцифровки объектов
4. Расскажите об инструментарии создания векторных объектов
5. Напомните о том, что вода не всегда выглядит однородно
6. Попросите оцифровать границы реки во время наводнения
7. Попросите оцифровать реку в нормальном состоянии
8. Рассчитайте площадь затопления и расскажите, с помощью какихинструментов мыможемполучить большеинформации о нанесенном разливе (с ними обучающиеся познакомятся на следующих занятиях)

Советы

1. Объяснить важность аккуратной работы при оцифровке границ наводнения
2. Попросите обучающихся описать критерии при оцифровке спорных мест
3. Не всем интересна оцифровка, поэтому предложите тем, кто быстро выполнит задание, игру (http://www.theguardian.com/cities/2015/sep/30/identify-world-cities-street-plans-quiz)

Вопросы для обсуждения

1. Смотрите ли вы космическую съемку тех мест, в которые отправляетесь в путешествие?
2. Есть у космической съемки преимущества или проще выехать на место и самим все посмотреть?
3. Зачем оцифровывать снимки, ведь на них и так все видно? 4. Можно ли на печатной карте оставить космический снимок?
5. Что сможет изменить в мире появление новых видов космической съемки?
6. Какие тематики для использования космической съемки вы считаете

важными для мира?
7. Всегда ли можно доверять космической съемке?
8. Как спрятать секретный объект?

Руководство для обучающегося

Цель: Определить объем наводнения по данным космической съемки

Старт

Суть проекта заключается в том, что вам необходимо определить, как с помощью геоинформационных технологий определить первичный ущерб, нанесенный наводнением. Основными данными для данного исследования будут служить космические снимки Земли.

Сначала необходимо понять, что такое космическая съемка или дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ).
Для этого вам нужно изучить несколько ключевых понятий, найдя ответы на вопросы:

- Что нужно для изучения Земли на расстоянии?
- Как вы сами можете разделить виды космической съемки?
- Как и что видит человеческий глаз на снимке?
- Предположите, как ведется съемка Земли.
- Предположите, по каким признакам можно отличать одни объекты от других

Задания

- Сыграйте в игру «Угадай страну по снимку» (http://qz.com/304487/the-view-from-above-can-you-name-these-countries-using-only-satellite-photos/)
- Какие преимущества есть у космической съемки?
- Рассмотрите на снимках примеры таких объектов, как вырубки, наводнения, загрязнения, разливы нефти, и определите закономерности.
- Как на снимке найти линию электропередач?
- Как отличить лунный камень от кратера? (https://goo.gl/ QWA719)
- Как во времена аналоговой съемки передавались данные из космоса?

Планирование

Чтобы спланировать работу, ответьте на вопросы:

- По каким критериям можно оценить нанесенный ущерб (в чем его измерять?)

- Какие в целом данные нужны, чтобы выполнить оценку нанесенного ущерба?
- Какой минимальный набор данных нужен?
- Какие именно параметры нужны?
- Установите точные признаки границ разлива реки.

Материалы

- компьютер с доступом в интернет
- космическая съемка
- векторные данные с описанием объектов на космических снимках
- Scanex Geomixer или аналогичный сервис

Советы для создания и тестирования вашего проекта

- Подумайте о том, с какой точностью вам нужно дать оценку ущерба.
- Возможна ли стопроцентная точность в такой оценке?
- Определите, какой вид космической съемки вам нужен.
- Какие геоинформационные инструменты вам понадобятся?
- Какова точность полученного результата?
- Каких данных вам не хватает?
- Как можно автоматизировать систему?

Доработка проекта

Найдите в интернете информацию о каком-нибудь наводнении. Какие данные вы не учли при планировании собственного проекта?

Обсуждение

- Что вы узнали на занятии?
- Какие данные нужно добавить в Ваш проект?
- Так ли важна детальность космического снимка?
- Каких функций Вам не хватило во время Вашей работы?
- Подумайте, как можно было уменьшить ущерб от наводнения или, может быть, избежать его?
- Что еще можно дистанционно зондировать?

Что, если...

- ...взять снимок другого разрешения?
- .взять ночной снимок?
- .попробовать нестандартную комбинацию каналов?
- .взять облачный снимок?
- .изменить проекцию?
- .добавить к сравнению архивные снимки?

- .взять обычный графический редактор?
- .съездить на место и посмотреть вживую, что там растет?
- .взять снимок, сделанный в другое время года?
- .взять радиолокационный снимок?
- .построить цифровую модель рельефа и выполнить оценку, отталкиваясь от высоты построек и берегов?

Кейс 4. Аэрофотосъемка: для чего на самом деле нужен беспилотный летательный аппарат?

Описание реальной ситуации

В Геоквантум одного из детских технопарков «Кванториум» обратилась за помощью администрация детского технопарка. Разрабатывается новый сайт технопарка, и для него нужны красочные и интересные материалы, чтобы привлечь больше детей и компаний. Также многие дети и родители, посещающие технопарк, жалуются, что из-за размеров технопарка они до сих пор не знают, как он выглядит целиком. Кроме того, посетители часто жалуются на то, что нет никакой навигации по территории технопарка.

Кроме того, Геоквантум просят определить точную площадь территории технопарка — руководство считает, что площадь, за которую технопарк платит налоги, значительно больше реально используемой. Такие задачи рано или поздно встанут перед каждым «Кванториумом» — будем к ним готовы!

Решая проблему, обозначенную в кейсе, обучающиеся научатся разбираться в видах беспилотных летательных аппаратов и выполнять съемку с БПЛА, узнают, как получать точные данные дистанционного зондирования Земли с помощью БПЛА. Кейс направлен на формирование компетенций по получению и использованию аэросъемки. Ученики научатся ставить задачу по сбору данных, составлять полетные задания и обрабатывать данные аэросъемки.

Вопросы к кейсу

1. Как можно с наименьшими трудозатратами решить поставленные задачи?
2. Как в этом может помочь коптер (БПЛА)?

Запустите беспилотный летательный аппарат (БПЛА)

1. Что такое БПЛА?
2. Как устроен и как работает БПЛА?

3. Какие данные он позволяет получить?
4. Чем аэросъемка с БПЛА отличается от космической съемки?

Место кейса в структуре модуля: сбор данных, основы фотографии, геоинформационные системы, визуализация и представление результатов, 3D-моделирование местности и объектов на местности

Количество учебных часов: 10 часов

Занятие 1

Цель: изучить основы аэрофотосъемки, съемки земли с воздуха
Что делаем: знакомимся с разновидностью и особенностями аэрофотосъемки
Компетенции: знание характеристик и особенностей аэрофотосъемки
Кол-во часов: 2 часа

Занятие 2

Цель: узнать принцип работы и устройство БПЛА
Что делаем: изучаем типовое устройство БПЛА
Компетенции: знание основных узлов БПЛА, умение работать с коптером
Кол-во часов: 1 час

Занятие 3

Цель: планирование аэросъемки и съемка по заданию
Что делаем: рассчитываем полетное здания для съемки с коп- тера
Компетенции: умение составлять полетное задание для получения данных с необходимыми характеристиками
Кол-во часов: 3 часа

Занятие 4

Цель: создание ортофотоплана и 3D моделирование местности
Что делаем:
- выполняем съемку
- анализируем данные
- обрабатываем съемку: создаем ортофотоплан, автоматизированную трехмерную модель местности

Компетенции: умение запускать коптер, работать в фотограм-

метрическом ПО, умение получать ортофотоплан и 3D- модель
Кол-во часов: 2 часа

Занятие 5

Цель: получение ортофотоплана и 3D-моделирование местности
Что делаем:
- анализируем полученные данные
- устраиваем соревнование на точность

Компетенции: умение работать в фотограмметрическом ПО, знание основ анализ и оценки данных
Кол-во часов: 2 часа

Методы работы с кейсом: проектная деятельность

Минимальный необходимый уровень входных компетенций
Знание типов пространственных данных, основ фотографирования, Excel, математических многочленов.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты: создание собственного полетного задания, орто-фотоплана, 3D модели

Формируемые навыки (soft и hard skills):
- знание принципов аэрофотосъемки и работы с БПЛА
- умение строить полетное задание для БПЛА
- умение обрабатывать аэросъемку
- умение строить 3D-модели зданий и местности
- пространственное мышление
- навыки командной работы
- нацеленность на результат
- структурное и логическое мышление
- навыки и выработки и принятия решений

Процедуры и формы выявления образовательного результата

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

Необходимые расходные материалы и оборудование
- компьютер с доступом в интернет
- архивные материалы аэросъемки
- ПО для обработки данных аэросъемки (Agisoft Photoscan)

- квадрокоптер
- фотоаппарат, штатив
- Google Maps, Youtube
- программно-аппаратный учебный комплекс «DataScout. Аэросъемка+3DГород»
- базовый комплект наглядных пособий и методических материалов «Геоинформатика»

Список рекомендуемых источников

- «Геознание» — консультационно-образовательная онлайн- среда
- инструкция по работе с программным обеспечением (Agisoft Photoscan, Scanex Geomixer)
- цикл статей по решению практических задач в ГИС — Gislab. ru/
- Основы аэрофотосъемки — http://unmanned.ru/service/ aerophoto.html
- видео-инструкция — https://www.youtube.com/ watch?v=1iYtjLlm8eI

Термины и понятия

- аэрофотосъемка
- носители и съемочные аппараты
- классификация (маршрутная, линейная) аэросъемки
- высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования
- фотомозаика
- ортофотоплан
- фотограмметрия

*взаимное ориентирование облако точек
*триангуляция
*текстура
*контрольные точки

Руководство наставника

Обзор занятия

Ключевые понятия:

- аэросъемка
- носители и полезная нагрузка
- классификация (маршрутная, линейная) аэросъемки
- высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования
- фотомозаика
- ортофотоплан

Ход кейса:

- Введение в проблематику
- Запуск БПЛА
- Изучение истории аэрофотографии. Классификация носителей и съемочных аппаратов. ТТХ некоторых носителей и камер
- Изучение видов получаемых материалов
- Составление классификации аэросъемки (маршрутная, линейная)
- Разбор основных параметров аэросъемки (высота, перекрытие, базис, интервал фотографирования)
- Построение фотомозаики из архивных аэроснимков
- Изучение состава беспилотного комплекса (наземная станция, полезная нагрузка, БПЛА, навигационная система). Основные составляющие и устройство БПЛА
- Знакомство с примерами существующих БПЛА. Отличительные особенности БПЛА (в сравнении с большой авиацией)
- Изучение основных характеристики БПЛА (вес, вес полезной нагрузки, полетное время, допустимая скорость ветра и т. д.)
- Разбор устройство БПЛА на примере DJI Phantom
- Расчет аэросъемочных параметров (размер пикселя, высота аэросъемки, размер кадра на местности, базис, перекрытие)
- Создание полетного задания для БПЛА Phantom
- Проведение полетов по заданию. Техника безопасности, основы управления, описание последовательности действий

- Обработка материалов АФС Phantom3
- Фильтрация материалов аэросъемки
- 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 его недостатков
- Подведение итогов

Время:10 часов

Демонстрация (Wow-эффект)

- Запустите коптер в помещении либо на улице (если вы запускаете его в помещении, выведите изображение телефона с программой управления коптером на проектор). Спросите у обучающихся:
  - Что это такое?
  - Как это работает?
  - Для чего применяется?
  - Какие данные оно позволяет получить?
  - Чем данные с него отличаются от космической съемки?
- Организуйте процесс выдвижения гипотез.
- Посмотрите на примере геопортала разницу космической и аэросъемкой (надирной и перспективной): https://binged. it/2fpwtx2
- Попросите обучающихся самостоятельно составить фотомозаику на основе архивных снимков.
- Спросите, какие задачи может решать аэросъемка.
- Дайте задание найти в интернете примеры применения аэросъемки и выбрать, какие из них можно будет применить в

  проекте.
- Попросите детей самих определить пространственное разрешение нескольких снимков.

Цель проекта — научиться использовать результаты аэросъемки для решения реальных задач.

В ходе работы над кейсом осваиваются основы аэросъемки с БПЛА, базовые знания и навыки получения пространственных данных с помощью беспилотных летательных аппаратов. Происходит погружение

в особенности работы с растровыми данными, формируются базовые навыки фотограмметрической обработки снимков, точностной оценки данных.

Для работы потребуются:

- компьютер с доступом в интернет
- архивные материалы аэросъемки
- ПО для обработки данных Аэросъемки (Agisoft Photoscan)
- квадрокоптер
- фотоаппарат
- штатив
- лазерная линейка

Шаги:

1. Начните с основных возможностей съемки БПЛА.
2. Напомните об особенностях съемки для различных целей.
3. Расскажите об инструментарии обработки растровых данных.
4. Расскажите и проведите мастер-класс по фотограмметрической обработке.
5. Попросите максимально точно оценить полученный результат.
6. Рассчитайте площадь территории технопарка.

Советы

1. Объясните важность работы по планировании съемки.
2. Не углубляйтесь в теоретические основы фотограмметрической обработки и технические характеристики БПЛА.
3. Если в вашем технопарке есть Аэроквантум, можно провести это занятие совместно.

Вопросы для обсуждения

- Как вы думаете, в чем опасность БПЛА?
- Можно ли благодаря аэросъемке полностью отказаться от космической съемки?
- Что сможет изменить в мире появление новых видов аэросъемки?
- Нужно ли «ручное» 3D-моделирование, если автоматизировано мы также можем получать модели?
- Какие тематики для использования аэросъемки съемки вы считаете важными для мира?
- Можно ли построить 3D-модель целой страны по данным аэросъемки?
- Вы хотите иметь квадрокоптер? Если да, то для чего?

Руководство для обучающегося

Задача проекта: Собрать максимально возможное количество точных данных о территории технопарка с помощью квадрокоптера

Старт

Подумайте над предложенной задачей. Какие есть способы ее решения?

Задание 1

Соберите с помощью коптера максимальный объем информации о территории. На основе собранных данных постройте точные модели для выполнения измерений и применения в различных задачах на территории.

Сначала необходимо понять, что же такое аэросъемка. Для этого найдите ответы на вопросы:

- Что такое БПЛА и из чего он состоит?
- Какие носители и полезная нагрузка БПЛА существует?
- Что такое маршрутная и линейная аэросъемка?
- Какие параметры влияют на качество аэросъемки?
- Как составить фотомозаику из аэроснимков?
- Какие БПЛА вы видели? Для чего их используют?
- Для чего планируют съемку для БПЛА?

Задание 2

Создайте маршрут, запустите квадрокоптер, постройте ортофотоплан и 3D-модель.

- Зачем фильтровать материалы аэросъемки?
- Опишите этапы обработки аэросъемки.
- Как контролировать точность?
- Из-за чего 3D-модель может получиться неточной?
- Можно ли совместить данные наземной съемки и аэросъемки? Зачем это делать?

Планирование

Чтобы спланировать работу, выполните следующие действия:

- Определите, какие данные собирают с помощью БПЛА и какие могут понадобиться Вам.
- Как еще можно получить подобные данные?
- Как проводится измерение территории без использования ДЗЗ?
- Сколько снимков нужно для съемки территории технопарка?

Проконтролируйте результат и выполните дополнительную съемку с воздуха и с земли.
Проведите несколько тестовых измерений на местности для оценки точности результатов

Материалы

- компьютер с доступом в интернет
- архивные материалы аэросъемки
- ПО для обработки данных Аэросъемки (Agisoft Photoscan)
- квадрокоптер
- фотоаппарат
- штатив
- лазерная линейка

Советы для создания и тестирования вашего проекта

1. Подумайте, какие плюсы и минусы есть у выполнения съемки вручную.
2. Определите, в чем преимущества аэросъемки для данной работы по сравнению с космической съемкой?
3. Какие геоинформационные инструменты вам понадобятся для выполнения этой работы?
4. Чем тщательнее вы выполните подготовительную работу, тем точнее будут ваши данные, и вам не придется выполнять дополнительную съемку.

Доработка 30-модели

- Нужно ли вам проводить досъемку с земли?
- Какие данные вы не учли при планировании собственного проекта?

Обсуждение

- Что вы узнали на занятии?
- Какие данные нужно добавить в ваш проект?
- Чем отличаются аэроснимки от космических снимков?
- В чем отличия полученной трехмерной модели от моделей, которые строят вручную, например, в SketchUP?
- Подумайте, как можно повысить точность, полученных результатов.
- Достаточна ли информативность вашей модели для ориентирования в технопарке?

Что, если...

- ...взять много снимков из космоса?

- .выполнить ночную съемку?
- .выполнять съемку зимой?
- .снимать на разной высоте?
- .взять обычный графический редактор?
- .установить более мощную камеру на коптер?
- .использовать другой тип БПЛА?

Кейс 5. Data Scout: я создаю пространственные данные

Описание реальной ситуации

Служба освещения нашего города обратилась к нам за помощью в решении проблемы. Одна из задач Службы — мониторинг состояния всех фонарных столбов города. Из-за сокращения финансирования число выездных бригад было уменьшено, что повлекло за собой увеличение нагрузки на оставшихся сотрудников. Есть вероятность, что с освещенностью нашего города могут возникнуть проблемы. В рабочие обязанности выездной бригады входит:

- выезд по адресу дома, в районе которого есть неисправности фонарей (других данных, кроме адреса дома о местоположении фонаря нет, то есть неизвестно, например, во дворе он или на улице)
- ремонт фонаря
- заполнение акта о выполненном ремонте в трех экземплярах

Как можно упростить работу бригады, чтобы не нанимать новых сотрудников, и спасти город от темноты?

Решая проблему, обозначенную в кейсе, обучающиеся научатся разбираться в особенностях работы больших систем, содержащих пространственные данные, и создавать непрофессиональные средства по сбору пространственных данных. Кейс направлен на формирование компетенций по самостоятельному сбору геоданных (координатно-привязанной информации).

Вопросы к кейсу

- Как мы можем помочь в сложившейся ситуации с минимальным вложением сил и средств?
- Как нам могут помочь геоинформационные технологии?
- Где государство уже использует подобные службы?
- Как современные социальные сети формируют сообщества «дата-скаутов»?

Место кейса в структуре модуля:

Ориентирование на местности, сбор данных, геоинформаци- онные системы, визуализация и представление результатов.

Количество учебных часов: 7 часов

Занятие 1

Цель: изучить особенности Мобильных ГИС-приложений

Что делаем:

- создаем формы для сбора данных мобильным устройством
- собираем данные на местности

Компетенции: умение работать с мобильными ГИС, умение создавать формы для сбора данных

Кол-во часов: 2 часа

Занятие 2

Цель: узнать принципы функционирования и передачи информации в веб-ГИС

Что делаем:

- экспортируем и визуализируем данные, собранные мобильным устройством в ГИС

Компетенции: умение работать с различными форматами пространственных данных, умение отображать пространственных данных, навык тематической визуализация.

Кол-во часов: 3 часа

Занятие 3

Цель: анализ собранных данных

Что делаем:

- анализируем атрибуты полученных данных
- проводим пространственный анализ

Компетенции: умение работать с инструментами пространственного атрибутивного анализа (ГИС-анализ)

Кол-во часов: 2 часа

Методы работы с кейсом: проектная деятельность.

Минимальный необходимый уровень входных компетенций

Знание принципов работы навигационных спутниковых

систем, знание типов пространственных данных, умение работать с логгером, сбор данных и визуализация на карте, работа в ГИС.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты: создание тематической карты на основе самостоятельно собранных данных.

Формируемые навыки (soft и hard skills):

- умение создавать формы тематического сбора пространственных данных для мобильных устройств
- умение собирать тематические данные
- навыки анализа данных в ГИС
- пространственное мышление
- навык командной работы
- структурное и логическое мышление
- поиск и анализ информации

Процедуры и формы выявления образовательного результата

Презентация и защита, проделанной работы, публикация полученного результата в интернете. Критериальное оценивание продуктов проектной деятельности, само- и взаимоо- ценка обучающихся.

Необходимые расходные материалы и оборудование

- компьютер с доступом в интернет
- смартфон
- ПО NextGISMobile или аналог
- ПО NextGIS Formbuilder или аналог
- ПО NextGisWeb или аналог
- ПО QGIS или аналог
- Google, Instagram, Facebook и др.
- программно-аппаратный учебный комплекс «DataScout. Аэ-рос^МКа+3Dropog»
- программно-аппаратный учебный комплекс для школьников «DataScout. Городской исследователь»
- базовый комплект наглядных пособий и методических материалов «Геоинформатика»

Список рекомендуемых источников

- «Геознание» — консультационно-образовательная онлайн- среда
- инструкция по работе с программным обеспечением (NextGIS

FormBuilder) — Nextgis.ru
- цикл статей по решению практических задач в ГИС — Gislab. ru/
- ГИСгео (примеры применения, собираемых данных) http:// gisgeo.org/
- пример профессионального сбора тематических данных — Urbica.co

Термины и понятия

- ГИС
- краудсорсинг
- мобильные ГИС
- геопортал
- сервер пространственных данных
- облачные технологии
- векторные данные
- геоданные
- точность
- OGC
- GeoJSON
- кодировка

Руководство для наставника

Обзор занятия

Ключевые понятия:
- краудсорсинг
- мобильные ГИС
- сервер
- облачные технологии
- векторные данные
- геоданные

Ход кейса:
1. Погружение в проблемную ситуацию
2. Подробная проработка каждого варианта
3. Дискуссия о возможностях краудсорсинга
4. Специфика мобильных ГИС
5. Принципы представления геоданных в веб-среде
6. Определение требований к системе
7. Проработка проекта
8. Создание системы сбора данных
9. Сбор данных
10. Анализ полученного результата и недостатков

11. Подведение итогов

Время: 7 часов

Демонстрации (погружение в проблему)

- Проработайте каждую идею обучающегося.
- Введите дополнительный критерий: как мы здесь и сейчас можем начать решать данную проблему?
- Продемонстрируйте, как легко можно опубликовать геоданные с помощью общераспространенных сервисов и что каждый уже давно является «дата-скаутом» благодаря соцсетям и геотегам.
- Попросите обучающихся самих сформулировать все критерии системы и найти в интернете подобные примеры. (Разберите кейс системы московского паркинга, например)

Цель проекта — выполнить оперативный сбор пространственных данных

В ходе данного проекта вводятся научные концепции, позволяющие понять основы сбора пространственных данных и формирования сообщества «дата-скаутов». Этот кейс дает детям базовые знания и навыки по получению пространственных данных с помощью мобильных устройств, формирует аналитические компетенции по определению четких требований к собираемым геоданныма, дает знания по устройству веб-ГИС систем и мобильных ГИС.

Оборудование

- компьютер с доступом в интернет
- мобильное устройство
- ПО NextGISMobile или аналог
- ПО NextGIS Formbuilder или аналог
- ПО NextGisWeb или аналог
- ПО QGIS или аналог

Шаги:

1. Создание формы для волонтера в NextGIS Formbuilder
2. Использование NextGIS Mobile для сбора и редактирования геоданных
3. Обработка геоданных в настольной ГИС
4. Публикация средствами NextGIS Web
5. Оценка качества и точность, полученных результатов

Советы

- Чем проработаннее будет форма мобильной части системы, требования к собираемым данным и точностям, тем меньше ошибок будет при сборе данных.
- Предоставьте обучающимся максимум свободы.
- .Сформулируйте на начальном этапе все возможные минусы такой системы.

Вопросы для обсуждения

- Смогут ли ваши родители собирать данные с помощью подобной системы?
- Какие задачи можно решить с помощью такой системы?
- Какие системы краудсорсинга вы знаете?
- Как можно повысить эффективность таких систем?
- Как провести валидацию полученных «дата-скаутом» данных?
- Какие проблемы в будущем поможет решить системы краудсорсинга сбора данных в городе?
- Нужен ли вообще краудсоринг или пространственные данные должны собирать специалисты в сфере геодезии, картографии и геоинформатики?

Руководство для обучающегося

Задача: применить методы краудсорсинга для сбора пространственных данных

Старт

Проанализируйте проблему и предложите пути решения. Решений может быть неограниченное количество, и вы должны проработать максимальное их число.
Одним из решений проблемы является создание геоинформа- ционной системы, состоящей из интерактивной карты столбов освещения города, сопряженной с мобильным устройством. Где информация о положении столбов и их атрибуты заполняются через мобильное приложение.

Для этого вам нужно изучить несколько ключевых понятий и найти ответы на вопросы:

- Что такое краудсорсинг? Как это связано с картографией и сбором данных?
- В чем специфика мобильных ГИС?
- Каковы принципы представления геоданных в веб-среде?

Планирование

Чтобы спланировать работу, ответьте на вопросы:

- Какой функционал должна обеспечивать эта система?
- Из каких частей она должна состоять?
- Какую информацию помимо положения столбов она должна хранить?
- Какие пространственные данные должны быть в этой системе?

Материалы

- компьютер с доступом в интернет
- мобильное устройство
- ПО NextGISMobile или аналог
- ПО NextGIS Formbuilder или аналог
- ПО NextGisWeb или аналог
- ПО QGIS или аналог

Советы для создания и тестирования вашего проекта

- Подумайте, возможно ли полностью автоматизировать систему.
- Кто ее целевой пользователь?
- Какие геоинформационные инструменты вам понадобятся для

выполнения этой работы?
- В чем преимущества и недостатки систем краудсорсинга и как их можно использовать?

Доработка системы

Вам точно придется использовать настольные ГИС. Возможно ли отказаться от их использования? Какие средства анализа можно использовать для полученных результатов?

Обсуждение

- Что вы узнали на занятии?
- Какие данные нужно добавить в ваш проект?
- Как еще можно собрать подобную информацию?
- Можно ли использовать данные космической съемки и БПЛА?
- Как можно было повысить точность полученных результатов?
- С помощью каких данных можно собрать или уточнить позиционирование столбов освещенности?

Что, если...

- ...использовать ночную съемку?
- . . .выполнять тепловую съемку зимой?
- . . .использовать одну из известных социальных сетей?
- . . .использовать обычный фотоаппарат с модулем позиционирования на местности?
- ...запустить БПЛА на улице и собрать данные?

Кейс 6.

Создание картографического произведения, или Проведи оценку территории

Описание реальной ситуации

Продолжение кейса «Аэрофотосъемка: для чего на самом деле нужен БПЛА?».

К нам вновь обращается администрация нашего технопарка. Несмотря на то, что у нас получился качественный контент для сайта, а также очень красивая 3D-модель технопарка, руководство считает, что для повышения удобства пользования территорией нужно еще какое-нибудь решение.

Кроме того, после успешного уточнения площади территории

технопарка, оказалось, что технопарк переплачивал налоги и сейчас, за счет экономии средств, сможет купить новый коп- тер. Но теперь администрации понадобились точные площади всех объектов на территории технопарка, включая зеленые насаждения. Также руководству очень хочется сопоставить реальное количество построек с кадастровыми данными, вдруг получится сэкономить еще.

Решая проблему, обозначенную в кейсе, обучающиеся научатся разбираться в особенностях геометрической коррекции и географической привязки космических изображений, научатся выполнять картографирование территорий, узнают, как работать в профессиональных ГИС-приложениях, получат компетенции по обработке пространственных данных и базовым функциях геоаналитики.

Вопросы к кейсу

1. Что мы можем сделать, чтобы всем стало удобнее пользоваться территорией технопарка?
2. Как нам могут помочь результаты наших прошлых исследований?
3. Будет ли карта эффективна?

Посмотрите на территорию технопарка на разных геопорталах.

1. Насколько подробно она изучена, какие данные о территории уже есть?

Откройте атлас Фобоса или зайдите на портал http://cartsrv.mexlab.ru/geoportal/и выберите Фобос.

Что мешает откартографировать территорию технопарка?

2. Какие данные нам нужны для того, чтобы получить точную карту технопарка?

Место кейса в структуре модуля: сбор данных, геоинформаци- онные системы, визуализация и представление результатов.

Количество учебных часов: 7 часов

Занятие 1

Цель: изучить основы создания современных карт, инструментов при создании карт

Что делаем:

- знакомимся с правилами оцифровки данных
- настраиваем проект для начала оцифровки

Компетенции: умение работать в ГИС, умение выполнять оцифровку

карт.
Кол-во часов: 2 часа

Занятие 2

Цель: оцифровка и создание карты
Что делаем:
- знакомимся с особенностями оцифровки карты, топологией, инструментами редактирования векторов

Компетенции: знание принципов топологии.
Кол-во часов: 3 часа

Занятие 3

Цель: компоновка карты и публикация данных
Что делаем:
- добавляем элементы на карту (легенда, масштабная линейка и др.)
- выводим на печать
- экспортируем данные в веб-ГИС

Компетенции: умение работать с инструментами компоновки карты
Кол-во часов: 2 часа

Методы работы с кейсом: проектная деятельность

Минимальный необходимый уровень входных компетенций
Знание основ работы в ГИС, знание типов пространственных данных, начальные навыки оцифровки в веб-ГИС, создание ортофотопланов.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты: создание собственной печатной и электронной карты.
Формируемые навыки (soft и hard skills):
- умение работать в профессиональных геоинформационных приложениях
- умение оцифровывать данные
- умение создавать карты
- понимание принципов точности данных дистанционного зондирования.
- умение интегрировать результаты всех кейсов в один проект
- пространственное мышление
- навыки командной работы
- креативное структурное и логическое мышление
- умение поиска и анализа информации

- нацеленность на результат

Процедуры и формы выявления образовательного результата

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

Необходимые расходные материалы и оборудование

- Интернет
- NextGisQGIS или аналог
- геопортал Scanex Geomixer или аналог

- ортофотоплан территории технопарка
- трехмерная модель технопарка
- принтер
- Google Maps, «Яндекс-карты», навигаторы, сайты, атласы, карты
- программно-аппаратный учебный комплекс «DataScout. Аэросъемка+3DГород»
- программно-аппаратный учебный комплекс для школьников «DataScout. Городской исследователь»
- базовый комплект наглядных пособий и методических материалов «Геоинформатика»

Список рекомендуемых источников

- «Геознание» — консультационно-образовательная онлайн- среда
- Инструкция по работе с программным обеспечением (NextGIS QGIS) — Nextgis.ru
- Цикл статей по решению практических задач в ГИС — Gislab. ru/
- Примеры красочных карт https://weather.com/weather/radar/interactive/l/USAK0012:1:US
- Менно-Ян Краак, Ферьян Ормелинг Картография. Визуализация геопространственных данных / Научный мир, 2005, 326 с. ISBN 5-89176-320-6
- Александр Берлянт Картография / КДУ, 2011,464с. ISBN 978-5-98227-797-8

Термины и понятия:

- геометрическая трансформация
- привязка

- мозаики космических снимков
- точность данных
- расхождение
- перепроецирование
- топология
- оцифровка
- компоновка
- пространственное разрешение

- дешифровочные признаки
- орбитальные параметры

Руководство наставника

Обзор занятия

Ключевые понятия:
- геометрическая трансформация
- мозаики космических снимков
- точность данных
- перепроецирование
- топология
- оцифровка
- компоновка

Ход кейса:
1. Введение в проблематику
2. Особенности картографирования и изучения внеземных территорий
3. Изучение особенностей географической привязки снимка
4. Изучение принципов создания мозаик космических снимков
5. Освоение правил оцифровки объектов, рассказ о топологии
6. Выбор атрибутивных параметров для классов объектов
7. Выполнение проекта
8. Рассказ о форматах выходных данных
9. Изучение основ компоновки карт и особенностей их печати
10. Анализ полученных результатов и их недостатков
11. Подведение итогов

Время: 7 часов

Демонстрации

- Покажите территорию технопарка на разных геопорталах.
- Спросите: Насколько подробно она изучена. Какие данные есть на территорию? Почему она плохо/хорошо изучена?
- Откройте атлас Фобоса или зайдите на портал http://cartsrv.mexlab.ru/geoportal/#body=phobos. Несмотря на то, что на эту территорию не ступала нога человека, она откартогфиро- вана. Расскажите о том, как изучают и картографируют внеземные тела, покажите примеры.
- Еще раз задайте вопрос: «Почему территория плохо изучена?» Ученики выдвинут множество гипотез, среди которых будут и

недостаточное количество данных и отсутствие необходимости.
- Какие данные нам нужны для того, чтобы получить точную карту технопарка?

Цель проекта — Создание интерактивной карты территории
В ходе данного кейса вводятся научные концепции, позволяющие понять основы работы компании в сфере геоинформаци- онных технологий и этапов создания конечного продукта. Этот кейс дает детям возможность проследить весь путь данных от создания до конечного потребителя. Ученики получают компетенции в сфере самостоятельного анализа задачи, подбора данных в зависимости от задачи, а также использования геоин- формационных инструментов.

Материалы:
- компьютер с доступом в интернет
- NextGisQGIS
- геопортал Scanex Geomixer или аналог
- ортофотоплан на территорию технопарка
- трехмерная модель технопарка
- принтер

Шаги:
1. Расскажите об интерфейсе ГИС-приложения.
2. Объясните принцип работы наиболее часто используемых инструментов.
3. Помогите выбрать перечень классов объектов.

Расскажите о том, как настроить слои для дальнейшей оцифровки.
1. Помогите выбрать наиболее важные атрибуты для создаваемых данных, а также задать тип этих данных.
2. Попросите детей оцифровать объекты.
3. Покажите простейшие аналитические функции.

4. Помогите загрузить результаты на геопортал и рассказать о них.
5. Помогите сопоставить кадастровые данные с полученным результатом.

Советы
- Объясните важность аккуратности работы при оцифровке и важность соблюдения правил.
- Попросите обучающихся описать критерии оцифровки спорных мест.
- Проведите соревнование на лучшую карту, это придаст мотивации

обучающимся.

Вопросы для обсуждения

- Как вы думаете, можно ли автоматизировать процесс или ускорить его?
- Стоило ли в результате использовать данные аэросъемки?
- Сравните вашу интерактивную и напечатанную карту. Какие у них преимущества и недостатки?
- Какие еще задачи можно решить с помощью нашей карты?
- Что сможет измениться в мире, если каждый начнет делать такое картографирование?
- Какую территорию вы хотели бы картографировать?

Руководство для обучающегося

Цель: Создание интерактивной карты территории на основе своих собственных данных

Старт

Вам необходимо с помощью полученных на прошлых занятиях знаний и навыков определить, какие данные и инструменты необходимы для создания карты технопарка, а также с помощью геоинформационных технологий определить соотношение типов используемых площадей.
Первое, с чем вы столкнетесь при загрузке ортофотоплана, — это искажение форм объектов и неточность позиционирования объектов относительно космической съемки. Предположите, почему это так.

Для этого вам нужно изучить несколько ключевых понятий, найдя ответы на вопросы:

- Как происходит географическая привязка изображения?
- Как создаются мозаики космической снимков?
- Как оцифровывать объекты и что такое топология?
- Как вырезать и объединять векторные объекты?
- Что такое компоновка карты?

Задание

Предположить по каким критериям выбирать объекты для оцифровки.

Планирование

Чтобы спланировать работу, выполните следующие действия:

1. Определите перечень необходимых классов объектов.
2. Выберите атрибутивные параметры для классов объектов.

3. Изучите форматы данных и выберите наиболее подходящий для вашей работы.
4. Изучите современные печатные карты для определения стилистики печатной карты.
5. Подберите цветовую схему для интерактивной карты.

Материалы

- компьютер с доступом в интернет
- NextGisQGIS
- геопортал Scanex Geomixer или аналог
- ортофотоплан на территорию технопарка
- трехмерная модель технопарка
- принтер

Советы для создания и тестирования вашего проекта

- Подумайте о том, с какой точностью вам нужно выполнить оцифровку и исходя из этого определите, от каких классов объектов стоит отказаться
- Подумайте, нужен ли вам наземный мониторинг или все объекты видны на ортофотоплане
- Какие геоинформационные инструменты вам понадобятся для выполнения этой работы?
- Оцифровывайте аккуратно. Чем тщательнее вы выполните

  работу, тем точнее будут ваши данные
- При составлении компоновки карты, вспомните об уроках географии: какие карты вам казались неудобными и нечитаемыми, а какие наоборот удобными информативными

Доработка карты

- О каких классах объектов вы забыли, а какие оказались лишними?
- Какие атрибутивные параметры стоит добавить и для чего?

Обсуждение

- Что вы узнали на занятии?
- Какие данные нужно добавить в ваш проект?
- Так ли важна детальность снимка для вашего проекта?
- Каких функций вам не хватило во время работы?
- Будет ли удобно пользоваться вашей картой?
- Каких элементов компоновки не хватает и какие из них лишние?
- Почему нельзя было сразу сделать все в геопортале?

Что, если...

- ...взять снимок другого разрешения?
- .выполнить автоматическую классификацию снимка?
- .взять зимний снимок?
- .использовать только точечные объекты с атрибутами?

Возможные мастер-классы

Мастер-класс №1. Стань человеком, меняющим мир

Название: Стань человеком, меняющим мир

Тема: современные геоинформационные технологии (знакомство с направлением «Геоквантум»)

Продолжительность: 1,5 часа

Целевая аудитория: дети от 11 лет / взрослые (педагоги, родители)

Цели и задачи: формирование понимания сути направления «Геоквантум», знакомство современными пространственными технологиями, формирование пространственного мышления

Требования к входным компетенциям участников: знание основ работы на ПК

Краткое описание: мастер-класс погружает детей в увлекательный мир пространственных технологий. Ученики узнают о том, насколько широко эти технологии применяются не только в науке и бизнесе, но и в повседневной жизни, как с помощью космической съемки, спутниковой навигации, беспилотных летательных аппаратов и геоинформационных систем спасти белька, остановить лесной пожар, спасти людей от наводнения и дойти до школы в целости и сохранности.

План проведения / алгоритм действий

1. Знакомство
2. Спросите, есть ли у аудитории идеи, что такое геоинформационные технологии и где они могли с этими технологиями сталкиваться. Приведите примеры использования (Google, «Яндекс» и др.)
3. Спросите, что означают три слова на слайде. Расскажите о примере what3words и о том, как эффективна эта технология при доставке почты в Африке.
4. Попросите обучающихся зайти на сервис FLightradar24 или MarineTraffic, затем разбиться на группы и описать, как устроена работа выбранного портала.
5. Расскажите о современных технологиях ДЗЗ, спрашивая про то, что обучающиеся видят на представленных слайдах (остановитесь на снимке Марса, кругах на полях и пожаре).

6. Спросите, есть ли у детей любимые карты и что они знают о современных картах. Попросите их зайти на сайт http://metrocosm.com/gLobaL-migration-map.htmL (из какой страны больше всего мигрируют? в РФ больше въезжающих или выезжающих?..)
7. Расскажите о технологиях создания умных городов.
8. Спросите о том, как с помощью космической съемки, спутниковой навигации, беспилотных летательных аппаратов и геоинформационных систем спасти белька, остановить лесной пожар, спасти людей от наводнения, дойти до школы в целости и сохранности и т. д.
9. Попросите детей зайти на портал http://www.stuffin.space/для того, чтобы они оценили уровень современных космических технологий. Расскажите о том, как эти технологии позволяют узнать, какой формы Земля, и о том, как много у них применений.
10. На распечатанном космическом снимке попросите обучающихся маркером отметить свой дом и школу, затем нарисовать свой маршрут от дома до школы, затем от ТЦ, кружков, парков и др. объектов, куда они регулярно ходят. Отметьте участки с наибольшими пересечениями маршрутов — это места, на которые городскому и муниципальному руководству стоит обратить особое внимание. Спросите, не забыли ли обучающиеся какие-то из своих маршрутов и как можно автоматизировать такую задачу.

Необходимое оборудование и расходные материалы для проведения МК

- ноутбук
- проектор
- компьютеры с подключением к интернету для детей (возможно проведение МК без компьютеров)

- распечатанный снимок района школы формата А0
- маркеры (либо набор для создания карт интенсивности)

Результат: карта интенсивности школы, ссылки на интересные тематические сайты.

Формируемые компетенции / осваиваемые технологии: первичные навыки работы с геоинформационными системами, первичные навыки оцифровки и геоанализа.

Мастер-класс №2. Как снимают Землю из космоса?

Название: Как на самом деле снимают Землю из космоса?

Тема: современные технологии съемки Земли из космоса

Продолжительность: 1 час

Целевая аудитория: дети от 11 лет / взрослые (педагоги, родители)

Цели и задачи: знакомство с современными технологиями съемки Земли из космоса, формирование навыков дешифрирования данных ДЗЗ, формирование пространственного мышления.

Требования к входным компетенциям участников: знание графических форматов.

Краткое описание: запуск порталов Google и «Яндекс» позволил любому желающему увидеть свой дом из космоса. При этом космическая съемка используется в большом количестве различных направлений. Космическая съемка обладает широким набором свойств, характеризующихся орбитальными параметрами, пространственным разрешением, спектральным разрешением, временным разрешением, сезоном съемки. Мастер-класс позволит детям познакомиться с особенностями космической съемки, узнать, как определять объекты местности на снимках и какие технологии нас ждут через 5 лет.

План проведения / алгоритм действий:

1. Знакомство
2. Спросите аудиторию: «Где вы сталкивались с космической съемкой

и на что вы смотрели в первую очередь? Какие элементы нужны для того, чтобы снимать Землю, необязательно из космоса, а, например, с воздуха? Что появилось раньше: летательный аппарат или фотосъемка?»

3. Расскажите о том, как устроен процесс съемки и в чем разница между пассивными и активными сенсорами.
4. Расскажите об электромагнитном спектре, охвате его системами ДЗ и спектральных характеристиках наземных объектов.
5. Расскажите о многообразии данных дистанционного зондирования Земли и попросите угадать, какие объекты расположены на каком снимке.
6. Покажите снимок лунной поверхности. Попросите угадать, что это за тело и с какой стороны светит солнце. Попросите обосновать, нарисовав профиль кратера с тенями. Попросите найти лунный камень (скалу)
7. Расскажите о пространственном разрешении и важности анализа изображений на примере «звездной» структуры полей.
8. Сыграйте в игру (http://qz.com/304487/the-view-from-above-can-you-name-these-countries-using-only-satellite- photos/).
9. Расскажите о мониторинге с использованием ДЗЗ
10. Попросите детей зайти на веб-портал и оцифровать территорию школы, сохранить проект и поделиться своей картой с друзьями через веб.
11. Спросите у обучающихся, как в СССР получали снимки из космоса.
12. Расскажите о тенденциях (https://www.youtube.com/watch?v=BsW6IGc4tt0).

Необходимое оборудование и расходные материалы для проведения МК

- ноутбук
- проектор
- компьютеры с подключением к интернету для детей (возможно проведение МК без компьютеров)
- флипчарт

Результат: карта школы и ссылка на нее.

Формируемые компетенции / осваиваемые технологии: первичные навыки работы с данными ДЗЗ, первичные навыки оцифровки.

Мастер-класс №3.
Как с помощью БПЛА создавать 3D?

Название: Как с помощью БПЛА создавать 3D?

Тема: технологии БПЛА и обработки материалов аэрофотосъемки

Продолжительность: 40 минут

Целевая аудитория: дети от 11 лет / взрослые (педагоги, родители)

Цели и задачи: знакомство с основами работы БПЛА и фотограмметрии, формирование навыков обработки материалов аэрофотосъемки, формирование пространственного мышления

Требования к входным компетенциям участников: знание графических форматов, основ фотографии.

Краткое описание: коптеры пользуются невероятной популярностью, при этом мало кто знает о профессиональном использованием БПЛА. Мастер-класс расскажет обучающимся об особенностях и устройстве современных БПЛА и позволит детям на примере создания трехмерной модели любого объекта познакомиться с особенностями создания трехмерных моделей местности по данным аэросъемки.

План проведения / алгоритм действий:

1. Знакомство.
2. Спросите аудиторию: «Где используются дроны? Какие разновидности вы знаете? Кто из вас сам управлял дроном?»
3. Расскажите о видах БПЛА и их устройстве. Если возможно, запустите коптер.
4. Расскажите об особенностях съемки с БПЛА.
5. Спросите, где может применяться аэросъемка.
6. Проведите демонстрацию создания трехмерной модели любого объекта по фотоснимкам, проведя аналогию с коптером.
7. Загрузите результат в https://sketchfab.com/

Необходимое оборудование и расходные материалы для проведения МК

- ноутбук с ПО
- проектор

- флипчарт
- фотоаппарат
- коптер

Результат: трехмерная модель и ссылка на нее.

Формируемые компетенции / осваиваемые технологии: первичные навыки работы с БПЛА, первичные навыки фотосъемки, первичные навыки фотограмметрии.

Источники информации

Для преподавателей

Литература, периодические издания и методические материалы

Геоинформатика

Майкл ДеМерс Географические информационные системы. Основы / Дата+, 1999, 498 с.

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

Пиньде Фу, Цзюлинь Сунь Веб-ГИС: Принципы и применение / Дата+, 2013, 356 с.

Графика

Цисарж В.В., Марусик Р.И. Математические методы компьютерной графики / Факт, 2004. — 464 с, ISBN: 966-664-097-X Евгений Александрович Никулин Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики / Книга по Требованию, 2013, 560с, ISBN 9785941572649

Л. Шапиро, Дж. Стокман Компьютерное зрение / Бином. Лаборатория знаний, 2006, 752с, ISBN 5-94774-384-1, ISBN 0-13030796-3

Дж. Рассел Цветовоспроизведение графики / Книга по Требованию, 2012, 68с, ISBN 978-5-5135-0265-4

Данные и анализ

Виктор Майер-Шенбергер, Кеннет Кукьер. Большие данные (Big DATA)- Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013 г. — 240 с.

Мартин Форд. Технологии, которые изменят мир. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013 г. — 272 с.

Николас Дж. Карр. Великий переход. Революция облачных технологий. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013 г. — 272 с. 117 116 Эрик Шмидт, Джаред Коэн. Новый цифровой мир. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013 г. — 272 с.

Иэн Уоллис. Бизнес-идеи, которые изменили мир. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013 г. — 312 с.

Дэниел Франклин, Джон Эндрюс. Мир в 2050 году. М.: Манн, Иванов и

Фербер, 2012г. — 368 с.
Джин Желязны. Говори на языке диаграмм. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2010г. — 304 с.
Билл Фрэнкс. Укрощение больших данных. Как извлекать знания из массивов информации с помощью глубокой аналитики. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014г. — 352 с.
А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. Методы и модели анализа данных: OLAP и DataMining (+ CD- ROM). СПб.: БХВ-Петербург, 2004 г. — 336 с.
А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. Технологии анализа данных. DataMining, VisualMining, TextMining, OLAP (+ CD-ROM). СПб.: БХВ-Петербург, 2007 г. — 384 с.
Паклин Н.Б., Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. СПб.: Питер, 2013 г. — 740 с.

Картография

Лео Багров История картографии / Центрполиграф, 2004, 320с. ISBN 5-9524-1078-2
Лев Моисеевич Бугаевский Математическая картография / Златоуст, 1998. — 400 с, ISBN — 5-7259-0048-7
Лео Багров История русской картографии/ Центрполиграф, 2005, 528 с. ISBN 5-9524-1676-4
Дерек Хауз Гринвичское время и открытие долготы / Мир, 1983, 240 с.
Менно-Ян Краак, Ферьян Ормелинг Картография. Визуализация геопространственных данных / Научный мир, 2005, 326 с. ISBN 5-89176-320-6
Александр Берлянт Картография / КДУ, 2011, 464с. ISBN 978-5-98227-797-8
Ллойд Браун История географических карт / Центрполиграф, 2006, 479 с. ISBN: 5-9524-2339-6

ДЗЗ и фотограмметрия

Александр Степанович Назаров Фотограмметрия / ТетраСи- стемс, 2006. - 368 с , ISBN 985-470-402-5
Кадничанский С.А. Англо-русский словарь терминов по фотограмметрии и фототопографии. Русско-английский словарь терминов по фотограмметрии и фототопографии / Проспект», 2014, 288 с
Роберт А. Шовенгердт Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений — Техносфера, 2013 — С. 582 — ISBN 978-5-94836-244-1

У. Г. Рис Основы дистанционного зондирования — Техносфера, 2006 — С.346 — ISBN 5-94836-094-6

ГНСС

Ю. Песков: Морская навигация с ГЛОНАСС/GPS /Моркнига, 2010,148с, ISBN: 978-5-903080-86-1
Владимир Бартенев, Александр Гречкосеев, Дмитрий Козорез, Михаил Красильщиков, Владимир Пасынков, Герман Себря- ков, Кирилл Сыпало Современные и перспективные информационные ГНСС-технологии в задачах высокоточной навигации / ФИЗМАТЛИТ, 2014, 200 с. ISBN 978-5-9221-1577-3

3D моделирование

Э. Канесса, К. Фонда, М. Зенарро. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития. Международный центр теоретической физики Абдус Салам — МЦТФ (Отдел научных разработок), 2013 г. — 192 с.
Большаков В. П., Бочков А. Л., Сергеев А. А. Основы 3D-моделирования. СПб.: Питер, 2013 г. — 304 с.
Горелик А. Самоучитель 3ds Max 2014. СПб.: БХВ-Петербург, 2014 г. — 544 с.
Петелин А. 3D-моделирование в SketchUp 2015 — от простого к сложному. Самоучитель. М.: ДМК Пресс, 2015 г. — 370 с.119 118
Blender Basics Classroom Tutorial Book // Chronister James — 4th Edition, 2011 г., 178 с.

Дистанционные и очные курсы для профессионального развития, МООС, видео, вебинары, онлайн-мастерские и т.д.

Курсы по ГИС, картографированию, аэрофотосъемке и др. (МИИГАиК) http://miigaik.ru/baseorg/povyshenie_kvali/(Оч- ные/дистанционные)
Обработка данных ДЗЗ http://www.scanex.ru/education/about/(Очные)
Web курсы по ArcGIS http://learn.arcgis.com/ru/(Дистанционные курсы)
Курс «Создаем цифровую Землю» http://universarium.org/ course/401 (Дистанционные курсы)
Геознание http://www.geoknowledge.ru
(Методические материалы и консультационная среда)
NextGIS http://nextgis.ru/services/training/(Стажировки и тренинги)

Тематические web-ресурсы: сайты, группы в социальных сетях, видео каналы, симуляторы, цифровые лаборатории и т.д.

ГИСгео http://gisgeo.org/(Новостной портал)
ГИСа http://gisa.ru/(Новостной портал)
GIslab http://gis-lab.info/(Сообщество, тематические инструкции)
Портал внеземных данных http://cartsrv.mexlab.ru/geoportal/#body=mercury&proj=sc&loc=%280.17578125%2C0%29&zo om=2 (Научный геопортал)
Наса, лунные данные https://moontrek.jpl.nasa.gov/#(геопортал)
Геопортал открытых данных usgs https://earthexplorer.usgs. gov/ (Ресурс с данными)
Открытые данные http://data.gov.ru/(Ресурс с данными)
OSM http://www.openstreetmap.org/(Сообщество, открытые карты)
Геопортал Роскосмоса http://gptl.ru/(Ресурс с данными)
Земля из космоса http://www.zikj.ru/index.p(Веб и печатные издания)
Геоматика http://geomatica.ru/(Веб и печатные издания)
ArcReview https://www.dataplus.ru/news/arcreview/(Веб и печатные издания)
Геопрофи http://geoprofi.ru/(Веб и печатные издания)
Геодезия и Картография http://geocartograp(Веб и печатные издания)
Геодезия и Аэрофтосъемка http://journal.miigaik.ru/(Веб и печатные издания)
Карто https://carto.com/(Среда для картографирования)

Офлайн-активности: игры (настольные, карточные, командные), тренинги и т.д.

Глобус для вырезания http://www.3dgeography.co.uk/make-a-globe(настольная)

Для детей

Литература и периодические издания
(в зависимости от интереса детей возможно использование литературы для преподавателей)

Атласы

Атлас России. Иллюстрированная картографическая энциклопедия в 2 частях + DVD — Ассоциированный Картографический Центр-М, 2012 г. — ISBN: 462-0-76-908001-1

Кравцова В.И., Н.С. Митькиных, Устья рек России. Атлас космических снимков — Научный мир, Москва, 2013 — С.124 — ISBN 978-5-91522-353-9

Атлас Фобоса. — М: МИИГАиК, 2015. — 220 с.: ил. 85, табл. 17, библ. 195 наим., прил. 2. 43 карты.

Тематическая литература

Кравцова В., Космические снимки и экологические проблемы нашей планеты. — ИТЦ Сканекс Москва, 2011. — С. 254.

Нейл Уилсон, Руководство по ориентированию на местности. Выбор маршрута и планирование путешествия. Навигация с помощью карт, компаса и природных объектов — ФАИР-ПРЕСС, 2004 г. — с. 352, ISBN 5-8183-0655-0

Л. Шапиро, Дж. Стокман Компьютерное зрение / Бином. Лаборатория знаний, 2006, 752с, ISBN 5-94774-384-1, ISBN 0-13030796-3

Айзек Азимов, Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций — Центрполиграф, 2007 г. — с. 840 — ISBN 978-5-9524-2906-2

Мабел Джордж, История Великих географических открытий в картинках — АСТ, Москва, 2014 — С.72, ISBN: 978-5-17-085000-6 Гершберг А.Е., Физика в путешествиях (по суше, по воде, по воздуху, в космосе) — Левша, 2003 — С.152, — ISBN: 5-93356034-0

Дмитрий Рудаков, Оранжевая книга цифровой фотографии — Питер, 2007 г. — с. 200 — ISBN: 978-5-469-01222-1

Дмитрий Рудаков, Алая книга цифровой фотографии — Питер, 2010 г. — с. 128 — ISBN: 978-5-49807-610-2

Владимир Котов, Adobe Camera RAW CS4 для фотографов — Эксмо, 2009 г. — с. 160 — ISBN: 978-5-699-33771-2

Рон Гаран Из космоса границ не видно — Манн, Иванов и Фербер, 2015

г. — С. 192 — ISBN 978-5-00057-831-5
Савиных В. П., Записки с мертвой станции / Лит. редактор: С. Лукина. — М.: «Издательский Дом Системы Алиса», 1999 г. — с. 88.

Художественная литература (для проектов и общего развития)

Жюль Верн, Дети капитана Гранта — Эксмо, Москва, 2015 — С.800 — ISBN: 978-5-699-72717-9
Жюль Верн, Пятнадцатилетний капитан — Нигма, 2015 — С.368 — ISBN: 978-5-4335-0170-6
Жюль Верн, Вокруг света за 80 дней. Таинственный остров — Эксмо, Москва, 2015 — С.928 — ISBN: 978-5-699-32022-6
Энди Вейер, Марсианин — АСТ, Москва, 2014 — С.384 — ISBN: 978-5-17-084404-3
Сара Лейси, Мечтай, создавай, изменяй! Как молодые предприниматели меняют мир и зарабатывают состояния — Манн, Иванов и Фербер, 2012 г. — ISBN 978-5-91657-407-4
Даниель Дефо, Жизнь и удивительные приключения морехода Робинзона Крузо — НИГМА, 2013 — С.256, — ISBN 978-5-43350048-8
Роберт Льюис Стивенсон, Остров сокровищ — НИГМА, 2013 — С. 256, — ISBN 978-5-4335-0047-1
Джон Кракауэр, В диких условиях — Эксмо, 2015 — С. 416, — ISBN 978-5-699-80054-4
Лермонтов М., Герой нашего времени — Азбука, 2013, — С. 512, — ISBN 978-5-389-04904-8
Мартел Янн, Жизнь Пи — ЭКСМО, 2012 г. — с. 448, ISBN 978-5-699-60028-1
Каверин В.А, Два капитана — Проспект, 2013 — С. 876 — ISBN — 5392101674
Дава Собел, Долгота — Астрель, Neoclassic, 2012, — С.192 — ISBN 978-5-271-42800-5
Андрей Некрасов, Приключения капитана Врунгеля — Махаон, 2009, — с. 192 — ISBN: 978-5-18-000909-8
Михаил Ильин, Воспоминания и необыкновенные путешествия Захара Загадкина — Детская литература, 1965 — с. 400
Кип Торн, Интерстеллар. Наука за кадром — Манн, Иванов и Фербер, 2015 г. — С. 336 — ISBN 978-5-00057-536-9

Ресурсы для самообразования: видеоуроки, онлайн-мастерские, онлайн-квесты, тесты и т.д.

Web курсы по ArcGIS http://learn.arcgis.com/ru/(Дистанционные курсы)
Курс «Создаем цифровую Землю» http://universarium.org/ course/401 (Дистанционные курсы)
Геознание http://www.geoknowledge.ru
(Методические материалы и консультационная среда)
NextGIS http://nextgis.ru/services/training/(Стажировки и тренинги)

Интернет-ресурсы по направлению: тематические сайты, видео каналы, видео-ролики, игры, симуляторы, цифровые лаборатории, онлайн конструкторы и т. д.

Fires http://www.fires.ru/(Тематический сайт)
Suff in space http://www.stuffin.space/(симулятор)
Пазл меркатор
https://bramus.github.io/mercator-puzzle-redux/http://thetruesize.com(Онлайн конструктор)
Угадай страну по снимку http://qz.com/304487/the-view-from-above-can-you-name-these-countries-using-only-satellite- photos/(тест)
GeoIQ http://kelsocartography.com/blog/?p=56(тест)
Угадай город по снимку https://www.theguardian.com/cities/2015/sep/30/identify-world-cities-street-plans-quiz (тест) Угадай страну по панораме https://geoguessr.com/(тест) Онлайн карта ветров https://earth.nullschool.net/ru/(Тематический сайт)

Kids map http://www.arcgis.com/Features/index.htmL(Тематическая карта)
Карта погоды https://weather.Com/weather/radar/interactive/L/USAK0012:1:US (Тематическая карта)
OCM трехмерные карты http://demo.F4map.com(Тематический сайт)

Офлайн-активности: игры (настольные, карточные, подвижные), квесты, тренинги и т.д.

Глобус для вырезания http://www.3dgeography.co.uk/make-a- gLobe
Глобусы, карты и др.

Геоквантум: тулкит

Автор: Антон Быстров
Идея и концепция: Федор Вячеславович Шкуров
Соавторы: Сергей Сергеевич Груздев, Данила Олегович Дрыга,
Дмитрий Сергеевич Лубнин
Редакционная группа: Марина Ракова, Максим Инкин
Корректор: Надежда Чайко
Оформление: Николай Скирда (обложка, макет),
Алексей Воронин (верстка)

Базовая серия «Методический инструментарий наставника»

Методический партнер:

•* Фонд новых форм
развития образования
PLUS ULTRA | ДАЛЬШЕ ПРЕДЕЛА

В

КВАНТОРИУМ

www.**roskvantorium**.ru

В

АЭРО

Квантум

КВАНТОРИУМ

В

АЭРО
Квантум

Фонд новых форм
развития образования
PLUS ULTRA | ДАЛЬШЕ ПРЕДЕЛА

В

B

УДК 53.06
ББК 39.5

Аэроквантум тулкит. Александр Фоменко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Фонд новых форм развития образования, 2019 —154 с.

Базовая серия «Методический инструментарий наставника»

В пособие базовой серии вошли методические материалы направления «Аэроквантум» для использования наставниками сети детских технопарков «Кванториум» в ходе первого года обучения детей по этому направлению. Серия также содержит пособия по другим направлениям: авто-, космо-, энерджи-, био-, нано- и другим.

Подробнее о сети детских технопарков «Кванториум» можно узнать на сайте roskvantorium.ru

ISBN
978-5-6042730-5-0

(с) ФНФРО 2019

В сборнике использованы в том числе материалы из открытых источников сети Интернет. Поскольку источники, размещающие у себя информацию, далеко не всегда являются обладателями авторских прав, просим авторов использованных нами материалов откликнуться, и мы разместим указание на их авторство.

Сборник предназначен исключительно для некоммерческого использования.

В

Оглавление

Рецензия на тулкит «Аэроквантум» 6
Об аэроквантуме 7
Что такое аэроквантум? 8
Ограничения 13
Вводный модуль 17
Пояснительная записка 18
Рекомендации наставникам 21
УТП 21
Кейсы, которые входят в программу 25
Источники информации 28
Базовые кейсы 29
Возможные мастер-классы 144
Источники информации 150

Рецензия на тулкит «Аэроквантум»

Тулкит посвящен разработке современных подходов в дополнительном образовании детей по направлениям самолето- и вертолетостроения, а также созданию коптеров.

В тулките рассмотрены актуальные и перспективные темы в области самолетостроения: аэродинамика и теория полета, принципы построения и элементы системы управления, композитные материалы, аддитивные технологии и другие.

При работе по данному методическому пособию подразумевается проектная работа участников. Для организации такой работы методический инструментарий составлен из кейсов, что дает обучающимся возможность ознакомиться с перспективными направлениями авиастроения в проектном режиме и привнести в решение существующих проблем собственные идеи.

Таким образом, тулкит имеет существенное значение для привлечения талантливых детей и подготовки кадров, что играет важную роль в развитии авиастроения в России. Пособие написано понятным и доступным языком и может быть рекомендовано к использованию педагогами дополнительного образования детей.

Начальник НИО-15 ФГУП «Центральный аэродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского», д.т.н., доцент **С.Г. Баженов**

Об аэроквантуме

Что такое аэроквантум?

Что из *себя представляет аэроквантдм?*

Что из себя представляет аэрокванторум?

Траектория развития

Линия 0: вводный модуль (72 часа)

Ключевые темы
- Теория: введение в аэродинамику, теорию полета.
- Инженерия и сборка собственного беспилотника.
- Визуальное пилотирование.
- Программирование автономных беспилотников.

Линия 1: 6 месяцев

Инженерия
- Сборка беспилотников под собственные задачи и цели.
- Проекты необычных летательных аппаратов.
- Беспилотники для доставки грузов.

Пилотирование
- Видеосъемка с воздуха.
- FPV-пилотирование.
- Гонки дронов.

Программирование
- Беспилотник для автономного полета внутри помещения.
- Зарядная станция для квадрокоптеров.
- Машинное зрение и полет по визуальным меткам.

Проектный год

Отрасль	Проект	Стейкхолдеры	Необходимые компетенции
Сельское хозяйство	Агродрон, мониторинговый дрон	Сельскохозяйственные предприятия	Компьютерное зрение, программирование
Оборона	Доставка медикаментов, мониторинг местности	Министерство обороны, промышленные предприятия	Программирование, создание новых форм беспилотников

ЖКХ	Мониторинг состояния дорог	Управляющие компании	Съемка с дронов
Логистика	Доставка грузов, автономные беспилотники	Транспортные компании	Программирование
Здравоохранение	Доставка дефи-бриляторов	Скорая помощь	Программирование автономных беспи лотников
Геология	Съемка с дронов для геоинформатики	Государство	Съемка с дронов, фотограмметрия

Ключевое оборудование:

- Конструкторы программируемых квадрокоптеров.
- Наборы для проектной и соревновательной деятельности.

Ограничения

1 уровень

1. Почему квадрокоптер летает и не падает?
2. Приведите 15 примеров использования беспилотников.
3. Какие виды мультикоптеров бывают?
4. Какие элементы нужны, чтобы квадрокоптер взлетел?
5. Какими преимуществами и недостатками обладают автономные беспилотники?
6. Расскажите ребенку, что такое полетный контроллер и для чего он нужен?
7. За счет чего возникает подъемная сила крыла?
8. Почему у мультикоптера четное число пропеллеров?
9. Понятие аэродинамики летательного аппарата. Для чего улучшать обтекаемость тела в воздушном потоке?
10. Почему вертолеты могут зависать в воздухе, а самолеты не могут?
11. Расскажите о материалах, которые применяют для изготовления рам мультикоптеров и летающих крыльев. Почему именно такие?

2 уровень

1. Придумайте, как улучшить мультикоптер, чтобы он летал максимально быстро. Создайте чертеж.
2. Расскажите о проектах необычных беспилотников, которые вы хотели бы реализовать. Например, квадрокоптер одновременно для воды и воздуха.
3. Как работают системы GPS/ГЛОНАСС?
4. Как работает система RTK?
5. Как рассчитать тягу воздушного винта, от чего она зависит?
6. Как рассчитать максимальную теоретическую скорость квадрокоптера, от чего она зависит?
7. Расскажите о разных типах БПЛА.
8. Какие технологии компьютерного зрения применяются в беспилотной авиации? Как можно применять библиотеку OpenCV?
9. Какие технологии навигации можно использовать в помещениях и почему?
10. Соберите октокоптер.

3 уровень

1. Создайте и запрограммируйте автономный беспилотник, способный перенести груз на 5 метров, ориентируясь по датчикам.
2. Создайте и запрограммируйте автономный беспилотник, который сможет пролететь по заданному маршруту на улице.
3. Создайте беспилотник, который сможет в автономном режиме провисеть на одном месте не менее 10 минут внутри помещения.

Вводный модуль

«Ты свободен. Лети!»

Рабочая программа по направлению «Аэроквантум»
72 часа

Пояснительная записка

Основные цели образовательного модуля

1. Привлечь подростков к проектной работе в области инженерной и изобретательской деятельности.
2. Заинтересовать обучающихся инновационностью и перспективностью беспилотных авиационных систем (в дальнейшем — БАС) и содействовать им в профессиональном самоопределении.
3. Способствовать реализации возможностей и талантов обучающихся в области инженерного творчества.

Задачи модуля

1. Усвоение информации о применении БАС в современности и в будущем.
2. Освоение базовых знаний об устройстве и функционировании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).
3. Выработка у обучающихся навыков самопрезентации, работы в команде и ответственности за свои действия.
4. Приобретение опыта работы своими руками над собственным проектом, направленным на решение реальных задач.
5. Знакомство с основами наук, занимающихся изучением физических процессов в летательных аппаратах.
6. Развитие навыка пилотирования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на практике.
7. Изучение основ устройства автономно летающих роботов, работы микроконтроллеров и датчиков.
8. Получение навыков работы с электронными компонентами.

Место модуля в образовательной программе

Вводный модуль.

Методы

- Метод проблемного обучения.
- Метод проектов.
- Лабораторно-практические работы.

Формы работы

- На этапе изучения нового материала — лекции, объяснение, рассказ, демонстрации.
- На этапе закрепления изученного материала— беседы, дискуссии, лабораторно-практическая работа, дидактическая или

педагогическая игра.
- На этапе повторения изученного материала — наблюдение, устный контроль (опрос, игра).
- На этапе проверки полученных знаний — тестирование, выполнение дополнительных заданий, публичное выступление с демонстрацией результатов работы, соревнование.

Требования к результатам освоения программы модуля

Результаты освоения обучающимися данного образовательного модуля должны соотноситься с его целью и задачами.

В результате прохождения данного образовательного модуля обучающийся должен знать следующие ключевые понятия: напряжение, сопротивление, сила тока, беспилотный летательный аппарат (БПЛА), дрон, беспилотная авиационная система (БАС), мультикоптер, квадрокоптер, гекса ко птер, октокоптер, аппаратура управления, полётный контроллер, акселерометр, гироскоп, регулятор оборотов, бесколлекторный мотор, микроконтроллер.

Прохождение данного образовательного модуля должно сформировать у обучающихся компетенции, которые могут быть применены в ходе реализации проектов в данном модуле и последующих образовательных модулях.

Универсальные компетенции (Soft Skills)

- Умение слушать и задавать вопросы.
- Навык решения изобретательских задач.
- Свободное мышление.
- Навыки проектирования.
- Работа в команде.
- Мышление на несколько шагов вперёд.
- Осмысленное следование инструкциям.

- Соблюдение правил.
- Работа с взаимосвязанными параметрами.
- Преодоление страха полёта.
- Осознание своего уровня компетентности.
- Ответственность.
- Осознание своих возможностей.
- Поиск оптимального решения.

- Внимательность и аккуратность.
- Соблюдение техники безопасности.

Предметные компетенции (Hard Skills)

- Знание техники безопасности.
- Знания по истории, применению и устройству беспилотников.
- Знание строения БПЛА.
- Навыки пайки, электромонтажа, механической сборки.
- Знания о работе полетного контроллера.
- Умение настраивать БПЛА.
- Умение подключать и настраивать оборудование симулятора.
- Навыки пилотирования БПЛА.

Процедуры и формы выявления образовательного результата описаны в кейсах.

Рекомендации наставникам по использованию программы модуля

Обратите внимание, что учебно-тематический план не является жестко регламентированным. Количество часов, выделяемых на каждый кейс или другой вид учебной деятельности, может варьироваться в зависимости от условий, уровня группы и пр. Однако педагогу настоятельно рекомендуется подробно ознакомиться со всеми дидактическими материалами перед проведением занятия. Рекомендации наставникам для работы с конкретными кейсами даны в соответствующих описаниях кейсов.

Учебно-тематическое планирование

Учебно-тематический план носит рекомендательный характер и представлен в виде карты образовательного модуля с указанием вида учебной деятельности для каждой активности, количества учебных часов, компетенций (Hard Skills, Soft Skills) и места проведения активности.

- Продолжительность модуля — 72 академических часа.
- Продолжительность одного занятия — от 2 до 5 академических часов.
- Частота занятий — 2 занятия в неделю.
- Количество преподавателей — 2.
- Количество обучающихся в группе — до 14.
- Распределение комплектов оборудования и материалов — 1 комплект на 2 обучающихся.

Карта образовательного модуля

Раздел 1. Сборка БПЛА

Вид учебной деятельности: кейс 1.
Название: Сборка летающего БПЛА.
Кол-во часов: 15 часов.
Hard Skills: знания по истории, применению, устройству беспилотников, навыки проектирования, знание строения БПЛА, пайка, электромонтаж, механическая сборка, знания о работе полетного контроллера, умение настраивать БПЛА.
Soft Skills: умение слушать и задавать вопросы, решение изобретательских задач, свободное мышление, работа в команде, мышление на несколько шагов вперёд, осмысленное следование инструкциям, внимательность, аккуратность, соблюдение техники безопасности, ответственность за соблюдение правил.
Место проведения: аэроквантум и хайтек.

Раздел 2. Пилотирование БПЛА

Вид учебной деятельности: лабораторно-практическая работа 1.
Название: Полёт на симуляторе.
Кол-во часов: 5 часов.
Hard Skills: умение подключать и настраивать оборудование симулятора, навыки пилотирования БПЛА.
Soft Skills: преодоление страха полёта, осознание своего уровня компетентности, поиск оптимального решения, внимательность, аккуратность.
Место проведения: аэроквантум.

Вид учебной деятельности: кейс 2.
Название: Визуальное пилотирование.
Кол-во часов: 15 часов.
Hard Skills: знание и соблюдение техники безопасности, умение подключать и настраивать оборудование БПЛА, навыки пилотирования БПЛА.

Soft Skills: преодоление страха полёта, ответственность, осознание своих возможностей, поиск оптимального решения, внимательность, аккуратность.

Место проведения: полётная зона, хайтек.

Раздел 3. Аэродинамика

Вид учебной деятельности: кейс 3.
Название: Сравнение пропеллеров.
Кол-во часов: 5 часов.
Hard Skills: подбор пропеллеров на заданные электромоторы, эксплуатация и обслуживание БПЛА.
Soft Skills: умение слушать и задавать вопросы, работа с неизвестными данными, работа в команде, аккуратность, ответственность.
Место проведения: аэроквантум, полётная зона.

Раздел 4. Автономный полёт

Вид учебной деятельности: лабораторно-практическая работа 2.
Название: Сборка светофора.
Кол-во часов: 10 часов.
Hard Skills: умение слушать и задавать вопросы, логика, решение многовариантных задач, техническое творчество, настойчивость, упорство, внимательность.
Soft Skills: знания о микроконтроллерах, их устройстве и принципах действия, разработка электронных схем, знание основ языка С++, навыки тестирования.
Место проведения: аэроквантум и хайтек.

Вид учебной деятельности: лабораторно-практическая работа 3.
Название: Ультразвуковой дальномер.
Кол-во часов: 2 часа.
Hard Skills: сборка реально работающего прототипа, командная работа.
Soft Skills: микроконтроллеры, датчики, знания по физике и акустике.

Место проведения: аэроквантум.

Вид учебной деятельности: кейс 4.
Название: Автономный полёт.
Кол-во часов: 20 часов.
Hard Skills: работа в команде, проектная работа, работа над ошибками.
Soft Skills: знания о системах автономного управления летательными

аппаратами, управление БПЛА, создание устройства для измерения расстояния с помощью Arduino, программирование на языке С.
Место проведения: аэроквантум и хайтек.

Кейсы и другие виды учебной деятельности, входящие в программу модуля

В образовательный модуль входят 4 раздела: «Сборка БПЛА», «Пилотирование БПЛА», «Аэродинамика», «Автономный полет», содержащие 4 кейса и 3 лабораторно-практические работы, последовательно являющиеся продолжением друг друга.
В ходе работы над кейсами обучающимися реализуются следующие этапы:

- постановка проблемной ситуации;
- поиск путей решения и формулирование задач;
- решение проблемы;
- тестирование решения;
- отладка решения;
- подготовка к публичной демонстрации и защите результатов кейса;
- рефлексия и обсуждение результатов работы.

Список кейсов и лабораторно-практических работ с аннотацией и описанием занятий

Кейс №1. Сборка летающего БПЛА

Кейс посвящен проблеме создания летающей модели беспилотного летательного аппарата, скомпонованного для решения инфраструктурного или социального запроса. Результатом работы над кейсом является функционирующий и летающий аппарат.

Кейс включает в себя 4 занятия:

- Теория БПЛА — знакомство с беспилотниками.
- Проектирование дрона.
- Сборка БПЛА.
- Настройка БПЛА и первый полёт.

Лабораторно-практическая работа №1. Полёт на симуляторе

Работа предназначена для безаварийного и эффективного научения начальным навыкам управления БПЛА. Результатом работы с кейсом является готовность обучающихся к безаварийному обучению на реальном аппарате.

Работа включает в себя 2 занятия:
- Освоение симулятора — научиться работать с симулятором.
- Отработка навыков — научиться выполнять простые фигуры пилотажа.

Кейс №2. Визуальное пилотирование

Кейс посвящён сложности пилотирования БПЛА в прямой видимости и боязни летать, которые являются препятствиями к реализации последующих проектов.

Кейс включает в себя 4 занятия:
- Техника безопасности.
- Управление БПЛА и полётные режимы.
- Взлёт, висение и посадка.
- Выполнение простых фигур пилотажа.

Кейс №3. Сравнение пропеллеров

Кейс затрагивает проблемы выбора воздушного винта при поломке в условиях ограниченного выбора и при решении задач применения БПЛА.

Кейс состоит из двух занятий:
- Аэродинамика воздушного винта.
- Практикум по сравнению пропеллеров.

Лабораторно-практическая работа №2.
Сборка дрона-регулировщика (светофора)

Работа посвящена программированию микроконтроллеров и затрагивает проблемы перехода от пилотируемого полёта к автономному с использованием программ.

Работа состоит из 4 занятий:
- Виды и устройство микроконтроллеров и электронных компонентов.
- Конструирование схемы светофора. Сборка схемы из компонентов.
- Написание скетча.
- Отладка и улучшение устройства.

Лабораторно-практическая работа №3. Ультразвуковой дальномер

Работа посвящена изучению устройства и применения датчиков, устанавливаемых на БПЛА для автономного полёта.

Работа состоит из 1 занятия: сборка ультразвукового датчика.

Кейс №4. Автономный полёт

Кейс ставит важнейшую задачу, которую решают современные конструкторы БАС — полёт без участия человека.

Для конструирования системы автономного полёта предусмотрены 6 занятий:

- Теоретические основы управления БПЛА автономно.
- Сборка устройства для управления БПЛА.
- Первые тестовые полёты.
- Отладка автономного дрона.
- Попытка зависнуть над меткой.
- Полёт по написанной программе.

Источники информации

Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. — МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. — 2014. №8 — Режим доступа: http://engbul.bmstu.ru/ doc/723331.html (дата обращения 20.10.15).

Ефимов. Е. Программируем квадрокоптер на Arduino. — Режим доступа: http://habrahabr.ru/post/227425/(дата обращения 20.10.15).

Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. — Рига, 2010. — Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf (дата обращения 20.10.15).

Понфиленок О.В., Шлыков А.И., Коригодский А.А. «Клевер. Конструирование и программирование квадрокоптеров». — Москва, 2016.

Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. Наука и образование. — МГТУ им. Н.Э.

Баумана. Электрон. журн. — 2012. №3. — Режим доступа: http://technomag.bmstu.ru/doc/367724.html(дата обращения 17.04.2014).
Валерий Яценков. Электроника. Твой первый квадрокоптер. Теория и практика. http://www.ozon.ru/context/detail/ id/135412298/

Базовые кейсы

Кейс 1. Сборка летающего квадрокоптера

Описание проблемной ситуации или феномена

Ребята из аэроквантума принесли объявление, что планируются гонки дронов (беспилотных летательных аппаратов - БПЛА). А что нужно сделать, чтобы тоже принять участие в соревнованиях?

Для участия необходимо создать свой БПЛА и научиться его пилотировать. Решение найдено — необходимо создать команду и собрать свой БПЛА!

Вопросы для обсуждения с обучающимися:

1. Какие элементы обязательно должны быть на гоночном БПЛА?
2. Каким качествам должен отвечать гоночный дрон?
3. Какие компоненты можно облегчить?
4. От каких компонентов для гонок можно отказаться и какие заменить?
5. Каким должен быть воздушный винт гоночного БПЛА по сравнению с БПЛА для видеосъёмки?
6. Какие необязательные для гонок элементы нам понадобятся для обучения пилотированию?

Для того чтобы ответить на эти вопросы, нужно много узнать, изучить и понять, на что и нацелен данный кейс.

Категория кейса: вводный.

Место кейса в структуре модуля:

введение в беспилотные авиационные системы, знакомство с технологиями, применяющимися в беспилотных летательных аппаратах и системах управления ими.

Количество учебных часов/занятий: 15 часов.

Занятие 1. Теория БПЛА

Цель: знакомство с беспилотниками.

Что делаем: изучаем историю, применение, общее устройство беспилотников.

Компетенции:

Hard: знания по истории, применению, устройству беспилотников.

Soft: умение слушать и задавать вопросы.

Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 2. Конструирование БПЛА

Цель: сконструировать БПЛА для выполнения конкретной задачи.

Что делаем: придумываем и рисуем различные схемы компоновки коптера для решения прикладных задач.

Компетенции:

Hard: навыки конструирования, знание строения коптера.

Sort: решение изобретательских задач, свободное мышление.

Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 3. Сборка БПЛА (5 часов)

Цель: собрать БПЛА для выполнения прикладной задачи.

Что делаем: собираем БПЛА.

Компетенции:

Hard: пайка, электромонтаж, механическая сборка.

Soft: работа в команде, мышление на несколько шагов вперёд, осмысленное следование указаниям инструкции, внимательность, аккуратность.

Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 4. Настройка и первый полёт (5 часов)

Цель: поднять БПЛА в воздух.

Что делаем: настраиваем и калибруем полётный контроллер и аппаратуру управления; проходим технику безопасности; запускаем коптер.

Компетенции:

Hard: знания о работе полетного контроллера, умение настраивать коптер.

Soft: техника безопасности, ответственность за соблюдение правил, работа с взаимосвязанными параметрами.

Кол-во часов: 2,5 часа.

Метод работы с кейсом:
конструирование — инженерная разработка устройства.

Минимально необходимый уровень входных компетенций:
специальные компетенции не требуются.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты — летающий настроенный БПЛА.

Формируемые навыки

Универсальные:
- умение слушать и задавать вопросы;
- решение изобретательских задач;
- свободное мышление;
- работа в команде;
- мышление на несколько шагов вперёд;
- осмысленное следование инструкциям;
- внимательность;
- аккуратность;
- соблюдение техники безопасности;
- ответственность за соблюдение правил;
- работа с взаимосвязанными параметрами.

Предметные:
- знания по истории, применению, устройству беспилотников;
- навыки конструирования;
- знание строения коптера;
- пайка;
- электромонтаж;
- механическая сборка;
- знания о работе полетного контроллера;
- компоновка элементов БПЛА, подходящая для конкретной задачи;
- настройка БПЛА.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:
- Безопасный и предсказуемый полёт БПЛА.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися для выявления их знаний и понимания.
- Фиксация уровня знаний и сформированности навыков в журнале наблюдения за группой.

Необходимые расходные материалы и оборудование:
УМ К «Клевер», подготовленная презентация, компьютеры, проектор.

Руководство для педагогов

Обзор занятий

Ключевые понятия:
- Аэродинамика.
- Электротехника.
- ШИМ-модуляция.

АЭРОДИНАМИКА — раздел механики сплошных сред, в котором изучаются закономерности движения воздуха и других газов, а также характеристики тел, движущихся в воздухе. К аэродинамическим характеристикам тел относятся подъемная сила и сила сопротивления и их распределения по поверхности, а также тепловые потоки к поверхности тела, вызванные его движением в воздухе. В аэродинамике рассматриваются такие тела, как самолеты, ракеты, воздушно-космические летательные аппараты и автомобили.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА — наука об электрических явлениях и о применении электричества в практических целях.

ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ (ШИМ — англ. Pulsewidth Modulation (PWM) — процесс управления мощностью, подводимой к нагрузке, путём изменения скважности импульсов, при постоянной частоте.

Ход занятий:
- Планирование работы.
- Сборка и настройка БПЛА.
- Тестирование конструкции.
- Модификация конструкции, если это необходимо.
- Подведение итогов.

Время: 15 часов.

Основные понятия

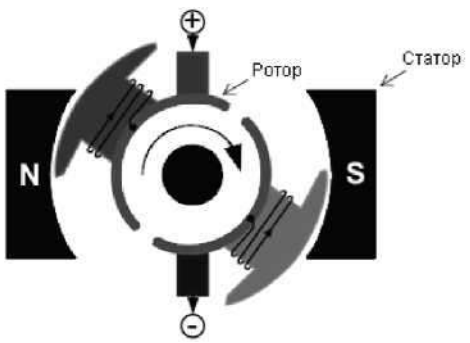
Полётный контроллер

Полетный контроллер: основная плата управления, обеспечивающая функционирование мультикоптера. В качестве «мозга» платы управления используется микроконтроллер, зачастую это либо маломощные Atmega328, либо более современные Atmega2560 или ARM-контроллеры (STM32).

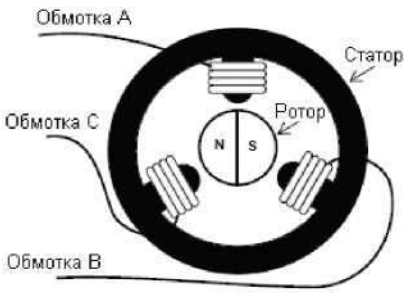
Бесколлекторный электромотор

Бесколлекторные двигатели постоянного тока называют также вентильными, в зарубежной литературе BLDCM (BrushLess Direct Current Motor) или PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor).
Конструктивно бесколлекторный двигатель состоит из ротора с постоянными магнитами и статора с обмотками. Обратите внимание на то, что в коллекторном двигателе, наоборот, обмотки находятся на роторе. Поэтому далее в тексте ротор — магниты, статор — обмотки.
Для управления двигателем применяется электронный регулятор (регулятор хода).

Коллекторный двигатель



Бесколлекторный двигатель



Пропеллер

Лопастной агрегат, работающий в воздушной среде, приводимый во вращение двигателем и являющийся движителем, преобразующим мощность (крутящий момент) двигателя в дей-

ствующую движущую силу тяги. Винты, выполняющие (помимо функций движителя) дополнительные либо иные функции, имеют специальные названия: ротор, несущий винт автожира, несущий винт вертолёта, рулевой винт, вентилятор, ветряк, винтовентилятор..

Приемник

Устройство[1], соединяемое с антенной и служащее для осуществления радиоприёма, то есть для выделения сигналов из радиоизлучения.

Под радиоприёмным устройством понимают радиоприёмник, снабженный антенной, а также средствами обработки принимаемой информации и воспроизведения её в требуемой форме (визуальной, звуковой, в виде печатного текста и т. п.). Во многих случаях антенна и средства воспроизведения конструктивно входят в состав радиоприёмника.

Регулятор хода (регулятор оборотов)

Устройство для управления оборотами электродвигателя, применяемое на радиоуправляемых моделях с электрической силовой установкой.

Электронный регулятор хода позволяет плавно варьировать электрическую мощность, подаваемую на электродвигатель.

В отличие от более простых резистивных регуляторов хода (в настоящее время практически не применяются в моделизме), которые управляли мощностью двигателя путём включения в цепь последовательно с мотором активной нагрузки, превращающей избыточную мощность в тепло, электронный регулятор хода обладает значительно более высоким КПД, не расходуя энергию аккумуляторной батареи на бесполезный нагрев. ергию аккумуляторной батареи на бесполезный нагрев.

Пульт управления

Передатчики бывают пистолетного типа, с курком газа и рулевым колесом (обычно используются для автомоделей и судомоделей), а также рычажного типа, с многопозиционными рычажками — стиками (обычно используются для авиамоделей).

Антенна имеет длину около метра для систем FM-диапазона и порядка 20-30 см — для частоты 2,4 ГГц. Некоторые летающие игрушки управляются не по радио, а по инфракрасному каналу, соответственно, нужно всегда направлять пульт в сторону модели.

Демонстрации

Расскажите об истории беспилотных летательных аппаратов, покажите видео применения БПЛА в реальной жизни (видеосъемка, фотограмметрия, гонки дронов, картографирование, доставка). Обсудите применение беспилотников в повседневной жизни и узнайте мнение детей об этом вопросе.

Цель работы над кейсом — построить БПЛА, понять, что в летающих роботах нет ничего сложного.

В ходе данного кейса обучающиеся должны понять, что для них реально сконструировать, а потом и собрать БПЛА своими руками. Это важно для дальнейшей проектной работы.

Материалы:

- Учебный конструктор БПЛА.
- Вспомогательные видеоматериалы.

Советы:

1. Начните с анализа материалов. Какая схема из придуманных детьми наиболее близка к идеалу? Расскажите об общепринятой схеме.
2. Следите за процессом сборки, помогая обучающимся.
3. После сборки разберите, чей БПЛА летает лучше всего и почему.
4. Модернизируйте БПЛА на основании данных, полученных в ходе эксперимента.

Советы по конструированию

Дайте возможность каждому придумать своё расположение элементов, а затем проверить его на практике. Если расположение окажется неудачным, можно объяснить на словах, что именно будет работать плохо.

Вопросы для обсуждения:

1. Что будет, если заменить пропеллеры на другие?
2. Что будет, если подключить электромоторы, перепутав провода?
3. Можно ли напечатать БПЛА на 3D-принтере?
4. Что будет, если один из электромоторов сломается?
5. Что будет, если к полётному контроллеру подключить до-

полнительные датчики?
6. Что будет, если использовать другой аккумулятор?
7. Можно ли заменить полётный контроллер на другой?
8. Что будет, если не откалибровать полётный контроллер?
9. Как можно использовать разные пульты с одним и тем же квадрокоптером?
10. Что будет, если использовать другие источники питания?

Словарь терминов

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) — летательный аппарат без экипажа на борту, управляемый дистанционно по радиоканалу, автономно с использованием информации с датчиков или же с использованием смешанной схемы управления. Другие названия БПЛА — беспилотное воздушное судно (БВС), дрон, беспилотник.

Беспилотная авиационная система (БАС) — комплекс взаимосвязанных элементов, включающий в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов, средства обеспечения взлета и посадки, средства управления полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов и контроля за полетом одного или нескольких беспилотных воздушных судов.

Мультикоптер — общее название для беспилотных летательных аппаратов, у которых количество пропеллеров (несущих винтов) больше, чем 2. Образовано от слов multi (несколько) и copter (вертолет).

Квадрокоптер — беспилотный летательный аппарат с 4 моторами. Русское название «квадрокоптер» — калька с английского quadcopter, что переводится как 4-роторный вертолет.

Гексакоптер — беспилотный летательный аппарат с 6 пропеллерами, что обычно размещаются по краям коптера. Название произошло от слов hexa («гекса», с древнегреческого — «шесть») и copter.

Октокоптер — беспилотный летательный аппарат с 8 пропеллерами, что обычно размещаются по краям коптера. Название произошло от слов octo («окто», с латыни — «восемь») и copter. **Коптер** — сокращение от слова helicopter, вертолет. Используется либо по прямому назначению, либо как обозначение беспилотного летательного аппарата с n-ым количеством несущих винтов.

Аппаратура управления (радио, радиоаппаратура) — система дистанционного управления БПЛА по радиоканалу. Состоит из наземного передатчика (пульта) и бортового приёмника.

Полётный контроллер — центральная и обязательная часть любого мультикоптера, отвечающая за управление моторами в соответствии с полётным режимом и руководствуясь командами управления.
Акселерометр — датчик, способный определить ускорение коптера в направлении всех трёх осей. Его наличие помогает контроллеру выравнивать коптер в «горизонт».
Гироскоп — датчик, реагирующий на изменение углов ориентации коптера относительно его предыдущего положения в пространстве. Программное обеспечение использует гироскопы, чтобы определить положение платформы в воздухе и дать команду на компенсацию изменения положения от внешних возбудителей.
Центральная платформа — основа коптера, база. К ней крепятся все остальные части: лучи, электронные компоненты, дополнительные деки, передатчики и прочее.
Луч — вытянутая «рука» коптера, которая отходит от центральной платформы. Именно на лучах крепятся моторы и их регуляторы.

BEC (англ. Battery Eliminator Circuit) — устройство для обеспечения питанием бортовой аппаратуры (+5 Вольт) постоянным напряжением от аккумуляторов, которые имеют свойство менять это напряжение от зарядки до разрядки.
ESC — контроллер скорости бесколлекторного электродвигателя. Другое название — регулятор оборотов.
Бесколлекторный мотор — основной тип моторов, использующихся в мультироторных летательных аппаратах. Они обладают выдающимися характеристиками и сроком службы в связи с отсутствием трущихся узлов (щеток), посредством которых передается ток.

Руководство для обучающегося

Цель: собрать БПЛА своими руками.

Как это сделать

Помните, что перед вами только один из способов собрать БПЛА. В комплекте предусмотрен конструктор, вы можете собирать его тем способом, который кажется вам наилучшим. Посмотрим, сможете ли вы выполнить его другим методом! Начните с анализа материалов. Необходимо понять, как устроен БПЛА, из каких элементов он состоит. Затем понять порядок сборки, сформулировать свою идею и собрать свой вариант беспилотного летательного аппарата.

Подробнее

Знакомство с историей беспилотной авиации.
В 1899 году Никола Тесла разработал и продемонстрировал миниатюрное радиоуправляемое судно. В 1910 году вдохновлённый успехами братьев Райт молодой американский военный инженер из Огайо Чарльз Кеттеринг предложил использовать летательные аппараты без человека. По его замыслу, управляемое часовым механизмом устройство в заданном месте должно было сбрасывать крылья и падать, как бомба, на врага. Получив финансирование армии США, он построил и с переменным успехом испытал несколько устройств, получивших названия The Kettering Aerial Torpedo, Kettering Bug, но в боевых действиях они так и не применялись. В Германии разрабатывался проект радиоуправляемого беспилотного бомбардировщика Fledermaus. В 1933 году в Великобритании был разработан первый БПЛА многократного использования Queen Bee. Были использованы три отреставрированных биплана Fairy Queen, дистанционно управляемые с судна по радио. Два из них потерпели аварию, а третий совершил успешный полёт, сделав Великобританию первой страной, извлекшей пользу из БПЛА. Эта радиоуправляемая беспилотная мишень под названием DH82A Tiger Moth использовалась на королевском Военно-морском флоте с 1934 по 1943 г. Армия и ВМФ США с 1940 года использовали БПЛА Radioplane OQ-2 в качестве самолёта-мишени.

Многовинтовые вертолёты разрабатывались ещё в первые годы вертолётостроения. Один из первых квадрокоптеров (англ. quadcopter, четырёхроторный вертолет), который реально оторвался от земли и мог держаться в воздухе, был создан Георгием Ботезатом и испытан в 1922 году. Недостатком этих аппаратов была сложная трансмиссия, передававшая вращение одного мотора на несколько винтов. Изобретение хвостового винта и автомата перекоса положило конец этим попыткам. Новые разработки начались в 1950-е годы, но дальше прототипов дело не продвинулось.
Георгий Александрович Ботезат был американцем российского происхождения, изобретателем, профессором Петроградского технологического института. Также он окончил два института — в Харькове и Бельже (Бельгия), был инженером-электриком. Но главное, почему его помнят, — это вертолет. Испытания одного из первых вертолетов, оснащенного четырьмя винтами, начались в 1922 году. Многовинтовая схема позволяла упростить управление аппаратом:

поворот осуществлялся изменением положения носовой части вертолета. Каждый винт изменяемого шага состоял из шести лопастей. В конструкции использовались растяжки из струн... от рояля.
Разработка квадрокоптера велась на деньги армии США. Цель — создать летательный аппарат с вертикальными взлетом и посадкой. У Ботезата не было терпения на разработку прототипов, так что он сразу принялся строить полноразмерный аппарат.
Несмотря на потраченные на программу 200 000 долларов, что было большой суммой в первой половине прошлого века, проект был прикрыт из-за некоторых проблем. В частности, чтобы просто лететь вперед, был нужен попутный ветер. Боте- зат хотел продолжить работу и исправить эту проблему, но не успел.
Видео полёта первого квадрокоптера: https://www.youtube.com/watch?v=pjOcD5DoGUU

В течение Второй мировой войны немецкие учёные вели разработки нескольких радиоуправляемых типов оружия, включая управляемые бомбы Henschel Hs 293 и Fritz X, ракету Enzian и радиоуправляемый самолёт, наполненный взрывчатым веществом. Несмотря на незавершённость проектов, Fritz X и Hs 293 с успехом использовались на Средиземном море против бронированных военных кораблей. Массовым оружием была первая «крылатая ракета» Фау-1 с реактивным пульсирующим двигателем, которая могла запускаться как с земли, так и с воздуха. В нацистской Германии в 1942 году было запущено производство ракет Фау-2, имеющих систему управления, удерживающую ракету на заданной при старте траектории в течение всего полета.

Luna X-2000

Были разработаны и применялись управляемые планирующие авиабомбы.

В СССР в 1930-1940 гг. авиаконструктором Никитиным разрабатывался торпедоносец-планер специального назначения (ПСН-1 и ПСН-2) типа «летающее крыло» в двух вариантах: пилотируемый тренировочно-пристрелочный и беспилотный с полной автоматикой. К началу 1940 г. был представлен проект беспилотной летающей торпеды с дальностью полёта от 100 км и выше (при скорости полёта 700 км/ч). Однако этим разработкам не было суждено воплотиться в реальные конструкции. В 1941 году были удачно применены тяжёлые бомбардировщики ТБ-3 в качестве БПЛА для уничтожения мостов.

В США запустили в массовое производство БПЛА-мишень Radioplane OQ-2 для тренировки лётчиков и зенитчиков. Также в 1944 году был применён впервые в мире классический ударный БПЛА — Interstate TDR. Помимо этого, военными США был создан целый ряд управляемых авиабомб, включая наиболее совершенное технические оружие, применённое в годы войны, — самонаводящуюся планирующую бомбу. ASM-N-2 Bat, первое в мире оружие схемы «выстрелил и забыл», не требующее вмешательства оператора. После войны разработки беспилотных летательных аппаратов в США временно сместились в сторону создания управляемых ракет и авиабомб, лишь в 1960-х вернувшись к идее неударных БПЛА.

После Второй мировой войны

В СССР 23 сентября 1957 года КБ Туполева получило госзаказ на разработку мобильной ядерной сверхзвуковой крылатой ракеты среднего радиуса действия. Первый взлёт модели Ту- 121 был осуществлён 25 августа 1960 года, но программа была закрыта в пользу баллистических ракет КБ Королёва. Созданная же конструкция нашла применение в качестве мишени, а также при создании беспилотных самолётов-разведчиков Ту-123 «Ястреб», Ту-143 «Рейс» и Ту-141 «Стриж», стоявших на вооружении ВВС СССР с 1964 по 1979 год. Ту-143 «Рейс» на протяжении 1970-х годов поставлялся в африканские и ближневосточные страны, в том числе и в Ирак. Ту-141 «Стриж» состоит на вооружении ВВС Украины и поныне. Комплексы «Рейс» с БПЛА Ту-143 эксплуатируются до настоящего времени, поставлялись в Чехословакию (1984), Румынию, Ирак и Сирию (1982), использовались в боевых действиях во время Ливанской войны. В Чехословакии в 1984 году были сформированы две эскадрильи, одна из которых в настоящее

время находится в Чехии, другая — в Словакии.

СССР ещё в 1970-1980-е годы был лидером по производству БПЛА — только Ту-143 было выпущено около 950 штук.
В начале 1960-х годов дистанционно-пилотируемые летательные аппараты использовались США для слежения за размещениями ракет на Кубе и в Советском Союзе — после того, как были сбиты RB-47 и два U-2, для выполнения разведывательных работ была начата разработка высотного беспилотного разведчика Red Wadon (модель 136). БПЛА имел высоко расположенные крылья и малую радиолокационную и инфракрасную заметность.

Во время войны во Вьетнаме с ростом потерь американской авиации от ракет вьетнамских ЗРК возросло использование БПЛА. В основном они использовались для ведения фоторазведки, иногда для целей РЭБ. В частности, для ведения радиотехнической разведки применялись БПЛА 147E. Несмотря на то, что в конечном счёте беспилотник был сбит, он передавал на наземный пункт характеристики советского ЗРК С-75 в течение всего своего полёта, и ценность этой информации была соизмерима с полной стоимостью программы разработки беспилотного летательного аппарата. Она также позволила сохранить жизнь многим американским лётчикам, а также самолёты в течение последующих 15 лет, вплоть до 1973 года.
В ходе войны американские БПЛА совершили почти 3500 полётов, причём потери составили около четырёх процентов. Аппараты применялись для ведения фоторазведки, ретрансляции сигнала, разведки радиоэлектронных средств, РЭБ и в качестве ложных целей для усложнения воздушной обстановки. Но полная программа БПЛА была окутана тайной настолько, что её успех, который должен был стимулировать развитие

БПЛА после конца военных действий, в значительной степени остался незамеченным.
Беспилотные летательные аппараты применялись Израилем во время арабо-израильского конфликта в 1973 г. Они использовались для наблюдения и разведки, а также в качестве ложных целей. В 1982 году БПЛА использовались во время боевых действий в долине Бекаа в Ливане. Израильский БПЛА IAI Scout и малоразмерные дистанционно-пилотируемые летательные аппараты Mastiff провели разведку и наблюдение сирийских аэродромов, позиций ЗРК и передвижений войск.
По информации, получаемой с помощью БПЛА, отвлекающая группа израильской авиации перед ударом главных сил вызвала включение радиолокационных станций сирийских ЗРК, по которым был нанесён удар с помощью самонаводящихся противорадиолокационных ракет, а те средства, которые не были уничтожены, были подавлены помехами. Успех израильской авиации был впечатляющим — Сирия потеряла 18 батарей ЗРК.

Разведывательный БПЛА «изделие 61 «Пчела» ОКБ Яковлева, 1990 год

Дистанционно-пилотируемые летательные аппараты и автономные БПЛА использовались обеими сторонами в течение войны в Персидском заливе 1991 года (операция «Буря в пустыне»), прежде всего как платформы наблюдения и разведки. США, Великобритания и Франция развернули и эффективно использовали системы типа Pioneer, Pointer, Exdrone, Midge, Alpilles Mart, CL-89. Ирак использовал Al Yamamah, Makareb-1000, Sahreb-1 и Sahreb-2. Во время этой операции БПЛА тактической разведки коалиции совершили более 530 вылетов, налёт составил около 1700 часов. При этом 28 аппаратов были

повреждены, включая 12, которые были сбиты. Из 40 БПЛА Pioneer, используемых США, 60% были повреждены, но 75% оказались ремонтопригодными. Из всех потерянных БПЛА только 2 относились к боевым потерям. Низкий коэффициент потерь обусловлен, вероятнее всего, небольшими размерами БПЛА, в силу чего иракская армия сочла, что они не представляют большой угрозы.

БПЛА также использовались и в операциях по поддержанию мира силами ООН в бывшей Югославии. В 1992 году Организация Объединённых Наций санкционировала использование военно-воздушных сил НАТО, чтобы обеспечить прикрытие Боснии с воздуха, поддерживать наземные войска, размещённые по всей стране. Для выполнения этой задачи требовалось ведение круглосуточной разведки.
В 1992 году израильский БПЛА был впервые использован как боевое средство для целеуказания при операции по ликвидации в Южном Ливане лидера террористической организации «Хезболла» Аббаса аль-Мусави. БПЛА выследил колонну, в которой ехал Мусави, и пометил его автомобиль лазерным маркером, по которому была выпущена ракета со штурмового вертолета. Во время Интифады аль-Акса в 2000-2005 году ВВС Израиля широко использовали БПЛА в комплексе: для наблюдения, разведки, целеуказания. Широкое применение получили ударные БПЛА для точечных ликвидаций террористов, особенно в секторе Газа, захваченном террористической организацией ХАМАС.
БПЛА дальнего радиуса действия использовались Израилем в ходе ряда операций по перехвату и уничтожению контрабандных поставок Ираном вооружений палестинским террористам, в числе которых перехват судна «Карин А» с 50 тоннами оружия в Красном море в 2002 году, «Франкоп» с 500 тоннами оружия в Средиземном море в 2009 году и многие подобные.

Также в 2009 году в Судане произошла серия воздушных атак неидентифицированными летательными аппаратами на транспорты и склады иранского оружия, адресованного на Синай и в сектор Газа. Предположения, что атаки были совершены израильскими ударными БПЛА дальнего радиуса действия, не были подтверждены израильскими официальными источниками — традиционно для таких событий.
В апреле 2015 года БПЛА X-47B произвёл первую в истории процедуру дозаправки в воздухе полностью в автоматическом режиме.

В наши дни все больший интерес представляет гражданское использование беспилотных летательных аппаратов. От видеосъемки до доставки грузов, от мониторинговых миссий до фотограмметрии. Везде находят своё применение беспилотники. И лидерами, безусловно, являются коптеры.

Старт

Любой БПЛА состоит из основных базовых элементов, изобразите их на чистом листе.

Каким образом БПЛА держится в воздухе?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Как БПЛА должен изменить своё положение, чтобы полететь вперед?

_____
_____
_____
_____
_____

Изобразите на чистом листе, как БПЛА должен изменить своё положение в пространстве, чтобы полететь вперед?

В чем отличие БПЛА от радиоуправляемой машины или катера?

_____
_____
_____
_____
_____

Этапы работы

ПЛАН....ПОСТРОЕНИЕ....ТЕСТ....ДОРАБОТКА....ОБСУЖДЕНИЕ

Планируем БПЛА
На чистом листе нарисуйте модель БПЛА с идеальной, с вашей точки зрения, компоновкой элементов.

Составные части:
-Полетный контролер;
- Электромоторы;
-Пропеллеры;
-Приемник;
-Регуляторы хода;
-Плата распределения питания;
-Силовая рама;
-Пульт управления.

Сборка:
-Соберите БПЛА, при необходимости пользуясь приложенной инструкцией;
-После сборки настройте БПЛА.

Доработка конструкций
Проанализируйте результаты. Сделайте выводы. При необходимости внесите изменения в модель. Возможны как конструктивные изменения, так и изменения в настройках.

Обсуждение

Что вы узнали на занятии?

_____
_____
_____
_____
_____

Что вы еще можете изменить в своем устройстве, чтобы БПЛА было удобнее управлять?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Кейс 2. Визуальное пилотирование Беспилотного летательного аппарата (БПЛА)

Описание проблемной ситуации или феномена
У сотрудников МЧС стоит актуальная задача доставки медикаментов и поиска людей. Они обратили внимание на автономные дроны (БПЛА), предназначенные для полётов по заданным маршрутам без участия человека. Важное требование МЧС к БПЛА — обеспечение безотказной работы автономных БПЛА, включающее в себя перехват управления БПЛА в случае отказа или нежелательного поведения программ автономного полёта. Также навыки пилотирования необходимы в период развёртывания и полевых испытаний.
Управление БПЛА без приобретённых навыков может повлечь за собой проблемы — от поломок собственной техники и порчи чужого имущества до получения травм, увечий и даже причинения смерти.

Категория кейса: вводный.

Место кейса в структуре модуля:

приобретение навыков пилотирования и научение лётной эксплуатации БПЛА.

Количество учебных часов/занятий: 15 часов.

Занятие 1. Техника безопасности
Цель: усвоить и закрепить правила ТБ.
Что делаем: изучаем технику безопасности. Каждый записывает правила для лучшего усвоения материала.
Компетенции:
Hard: понимание допустимых границ при пилотировании.
Soft: понятие об ответственности за свои действия и их последствия.
Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 2. Управление БПЛА и полётные режимы

Цель: подготовиться к полёту.

Что делаем: изучаем аппаратуру радиоуправления БПЛА и её настройки. Изучаем полётные режимы.

Компетенции:

Hard: умение настроить аппаратуру и подготовить БПЛА к взлёту.

Soft: осознание возможностей при эксплуатации БПЛА.

Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 3. Взлёт, висение и посадка

Цель: научиться выполнять висение на коптере.

Что делаем: на лётной площадке, соблюдая технику безопасности, выполняем упражнение номер 1 и 2.

Компетенции:

Hard: навыки управления БПЛА.

Soft: преодоление страха полёта, осознание своих возможностей.

Кол-во часов: 5 часов.

Занятие 4. Выполнение простых фигур пилотажа

Цель: научиться висеть боком и носом к себе, выполнять простые фигуры пилотажа.

Что делаем: на лётной площадке, соблюдая технику безопасности, выполняем упражнения 3 и последующие по мере освоения.

Компетенции:

Hard: навыки управления БПЛА.

Soft: приобретение уверенности и осознание своих способностей и возможностей аппарата.

Кол-во часов: 5 часов.

Метод работы с кейсом:

исследования и экспериментальная работа.

Минимально необходимый уровень входных компетенций:

знание теории беспилотных летательных аппаратов; владение такими качествами, как внимательность, ответственность, спокойствие.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Формируемые навыки

Универсальные:
- преодоление страха полёта;
- ответственность;
- осознание своих возможностей;
- поиск оптимального решения;
- внимательность, аккуратность.

Предметные:
- знание и соблюдение техники безопасности;
- умение подключать и настраивать оборудование БПЛА;
- навыки пилотирования БПЛА;
- умение настраивать аппаратуру и полётные режимы БПЛА.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:
- Наблюдение за полётами учеников и фиксация их умений.
- Введение системы зачётов за выполнение упражнений.
- Дискуссия с обучающимися с целью выявления их теоретических знаний и умения их применить.

Необходимые расходные материалы и оборудование:
- УМК «Клевер» с БПЛА в собранном виде и заряженными аккумуляторами.
- Размеченная зона для полётов с определёнными барьерами на границах и разметкой взлётно-посадочных площадок.

Руководство для педагогов

Обзор занятий

Ключевые понятия:
- Drone racing.
- Полётные режимы.
- Газ, рысканье, тангаж, крен.

Drone racing — гонки на квадрокоптерах, проводимые по всему миру. Цель — пройти трассу, ограниченную поворотными столбами и курсовыми воротами.

Полётные режимы — модель поведения квадрокоптера. От выбранного полётного режима зависит простота управления.

Газ, рысканье, тангаж, крен — 4 канала управления БПЛА, каждый стик на пульте отвечает за один из каналов. Газ — скорость вращения электромоторов. Рысканье — поворот вокруг своей оси. Крен, тангаж — углы наклона БПЛА.

Ход занятий:

- Знакомство с техникой безопасности.
- Обучение визуальному пилотированию.
- Проектирование трассы для drone racing.
- Тренировки на трассе.
- Проведение гонки.
- Подведение итогов.

Время: 15 часов.

Демонстрации

Расскажите и покажите видео с drone racing, чтобы вызвать у обучающихся интерес к тому, как управлять дроном. Объясните правила техники безопасности и основы визуального пилотирования. Продемонстрируйте, как нужно управлять БПЛА.

Цель проекта - понять основы визуального пилотирования.

Обсудите кейс.

Вопросы для обсуждения с обучающимися:

1. Что будет, если управлять БПЛА слишком резко?
2. В каком полётном режиме лучше всего управлять для фотосъемки?
3. В каком полётном режиме лучше всего делать трюки?
4. Что будет, если попытаться пройти трассу в неудачном полётном режиме?
5. Что будет, если не откалибровать или откалибровать неправильно БПЛА перед взлётом?
6. Что лучше — лететь быстро или аккуратно?
7. На какой высоте лучше проходить трассу?
8. Что будет, если пройти трассу задом наперед?
9. Как изменится стиль пилотирования, если поставить на БПЛА другие пропеллеры?
10. Что будет, если попытаться пройти трассу на БПЛА с неправильно откалиброванными гироскопами?

Для того чтобы ответить на эти вопросы, нужно много узнать, изучить и

понять, на что и нацелен данный кейс.
В ходе работы над кейсом ученики должны освоить основы визуального пилотирования, понять, как изменяется поведение БПЛА в зависимости от полётного режима, на какой высоте лучше летать и насколько плавно перемещать стики пульта.

Материалы:
- Собранный учебный конструктор БПЛА.
- Вспомогательные видеоматериалы.

Руководство для обучающегося

Цель: освоить основы визуального пилотирования мультиро- торных летательных аппаратов.

Как это сделать
- Изучить полётные режимы.
- Научиться позиционировать БПЛА относительно себя.
- Пролетать простые трассы.

Подробнее

Базовые процедуры
Arm (англ. — «вооружить») — разблокировать моторы коптера, перевести коптер в «боевое» состояние, после чего коптер начинает реагировать на движения стика газа. На коптере Clever арминг выполняется наклоном стика YAW вправо до края, при минимальном газе, в течение 3 секунд.

Disarm (англ. - «разоружить») — заблокировать моторы коптера, после чего коптер перестает реагировать на движения стика газа. На коптере Clever выполняется наклоном стика YAW

влево до края, при минимальном газе, в течение 3 секунд.

Процедура включения — последовательность действий после установки коптера на взлетную площадку перед взлётом.

Включение коптера на взлётной площадке:
1. Пульт управления — включить.
2. Заряд батареек пульта — проверить.
3. Li-po аккумулятор — подключить.
4. Arm — выполнить.
5. Газ — включить на 10%.

Процедура выключения - последовательность действий после посадки или крушения.
Выключение коптера:
1. Газ — перевести в минимум.
2. Disarm — выполнить.
3. Газ — включить на 10% для проверки, что disarm прошел успешно.
4. Li-po аккумулятор — выключить.
5. Пульт управления — выключить.

Подготовка коптера к вылету в помещении аэроквантума

Первичная подготовка
1. Коптер — убедиться в затянутости гаек пропеллеров.
2. Провода — уложить в жгуты, закрепить стяжками. Укрепить болтающиеся провода.
3. Пропеллеры — установить. Затянуть гайки.
4. Проверить правильность установки пропеллеров.
5. Проверить, что вращению пропеллеров ничего не мешает, при необходимости — устранить помехи.

Обеспечение безопасности при подготовке к вылету
1. Убедиться, что аккумуляторы заряжены.
2. Убедиться, что аккумуляторы или батарейки в аппаратуре управления заряжены.
3. Проверить надёжность следующих узлов:
   - затянутость гаек пропеллеров;
   - крепление и целостность защит винтов;
   - надежность крепления проводов, отсутствие болтающихся проводов.

4. Подключать аккумулятор только перед вылетом!

Приготовить всё необходимое:

1. Коптер.
2. Пульт с батарейками.
3. Аккумуляторы.
4. Зарядное устройство.
5. Мультиметр или другой измеритель напряжения.
6. Запасные защиты пропеллеров.
7. Изолента, ножницы, отвертка.
8. Лента или скотч для обозначения зоны полетов.

Убедившись, что все необходимое собрано, можно отправляться на лётное поле.

Процедура подготовки к полету на площадке

Подготовка зоны полетов

Для учебных полетов определяется зона полетов. Зону необходимо ограничить лентой. В случае если полеты проводятся в закрытом помещении, наклеить ленту на пол. На улице растянуть ленту по воздуху, закрепив на крепкие опоры.

Чек-лист

Проверить следующие пункты:

- . Провода аккумулятора уложены так, что, будучи подключенными, не помешают полетам.
- . Вращению пропеллеров ничего не мешает.
- . Защиты пропеллеров целы и закреплены.
- . Все присутствующие люди находятся за спиной. На расстоянии 10 метров спереди и сбоку нет людей.

Безопасность перед взлётом

- Располагать зрителей за спиной пилота или за линией, проходящей через оба плеча пилота за спиной пилота.
- Не допускать выхода зрителей в полусферу перед лицом пилота.

- Знать и помнить время полета, на которое рассчитан данный коптер и его аккумулятор.
- Стоять на расстоянии не менее 3 метров от коптера.
- Взлетать с земли с ровной площадки, на расстоянии не менее

3метров от препятствий.
Убедившись, что все пункты выше выполнены, выполнить процедуру включения и переходить к взлету.

Взлёт

Резкие движения стиками запрещаются!
Взлет производить медленным и плавным увеличением оборотов двигателя до отрыва коптера. Если шасси отрываются от земли неодновременно, компенсировать наклон правой ручкой. При тенденции к наклону или опрокидыванию на взлете: • Взлет прекратить, провести процедуру выключения коптера. • Проверить симметричность и центровку аппарата.

Безопасность в полёте

- Выполнять все указания преподавателя или лётного инструктора.
- Заранее обозначить зону пилотажа. Летать только в обозначенной зоне и не допускать вылета за её пределы. Не залетать за собственную спину.
- При обучении полётам летать на уровне ниже собственного роста.
- Летать рядом с собой на расстоянии, на котором вам видна ориентация коптера в пространстве. Не улетать далеко от себя. В случае сомнений в ориентации коптера немедленно выполнить посадку на месте. Не пытаться взлететь. Подойти ближе к коптеру и выполнить взлёт.
- При управлении все движения стиками выполнять аккуратно и плавно. Не допускать резких движений. При необходимости изменить направление полёта двигать стиками следует энергично, но не резко.

РЕЗКИЕ движения стиками ЗАПРЕЩАЮТСЯ. Движения стиками В КРАЯ ЗАПРЕЩАЮТСЯ.

- Летать следует осторожно и выполнять только те элементы, в которых нет сомнений. Запрещается выполнять фигуры пилотажа, в успехе которых возникают сомнения, и фигуры, связанные с риском.
- Соблюдать скоростной режим. Скорость полёта коптера держать в пределах скорости идущего человека.
- Вернуть коптер к месту посадки к рассчитанному времени, не допускать полной разрядки аккумулятора в полёте.
- Посадку выполнять только на ровную открытую площадку вдали от препятствий.

- В случае удара о землю или жесткой посадки выполнить следующие действия:
    1. Прекратить полёт. Посадить коптер на землю.
    2. Disarm (стик YAW влево вниз на 3 секунды).
    3. Отключить аккумулятор на коптере.
    4. Выключить пульт.
    5. Осмотреть коптер и при необходимости отремонтировать.
- После запланированной посадки выполнить следующие действия:
    1. Disarm (стик YAW влево вниз на 3 секунды).
    2. Отключить аккумулятор на коптере.
    3. Выключить пульт.

Обучение лётному мастерству

Упражнение 1. Висение хвостом к себе

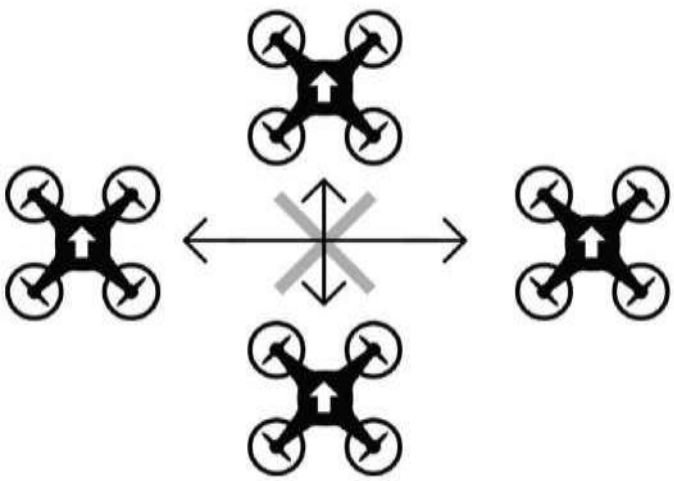
Выполняется на уровне колен над центральным перекрестием зоны полётов. Очень важно научиться удерживать квадрокоптер на одной высоте и в одной точке. Квадрокоптер может сносить в сторону ветром, а по высоте он будет снижаться при снижении уровня заряда аккумулятора.

Взлетаем, удерживаем квадрокоптер на высоте 1 метра от земли прямо над местом взлета в течение 30 секунд. Двигая стик газа вверх-вниз, не двигаем им влево-вправо! В противном случае нос квадрокоптера будет поворачиваться. Тренируемся до тех пор, пока область удержания не сузится до размеров 0,7 метра в диаметре.

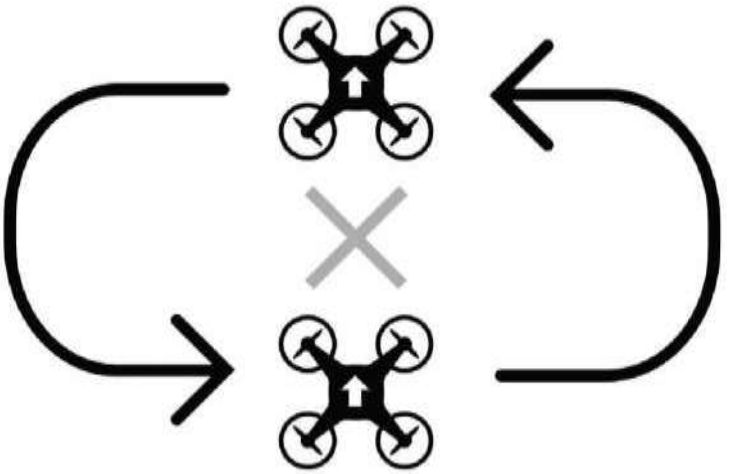
Совет: Пульт радиоуправления держим двумя руками, пальцы обеих рук всегда держатся за стики: левая — за стик газа/по- ворота, правая — направления вперед/назад/влево/вправо. Двигаем стиками очень плавно. Для более точной координации движений рекомендуется держать стик указательным и толстым пальцами.

Замечание: Инерция. Воздух, как и вода, обладает низким трением, по этой причине квадрокоптер будет продолжать двигаться в заданном направлении, даже если переместить стик направления в центральное положение. Именно по этой же причине, если лодку в озере толкнуть от берега, она еще долго будет продолжать удаляться от него.

Упражнение 2. Полёты вперед-назад и влево-вправо хвостом к себе



Упражнение 3. Полёт по кругу хвостом к себе



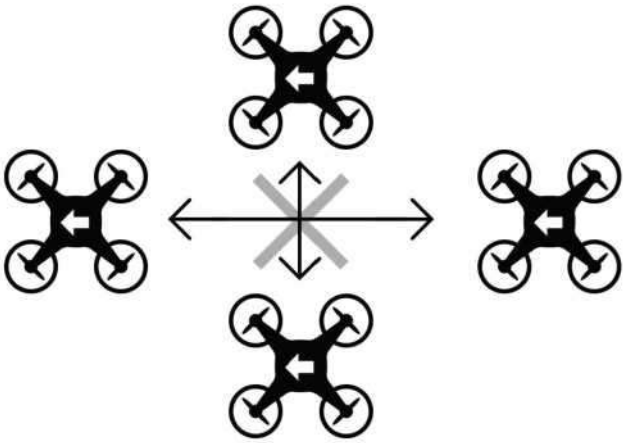
Упражнение 4. Висение боком к себе

Квадрокоптер может быть повернут к вам носом, боком, хвостом, но если двигать стик направления вперёд, квадрокоптер полетит туда, куда смотрит его нос, а не туда, куда смотрите вы! Всегда знайте, где у квадрокоптера нос!!! Вращение носа осуществляется левым стиком: если наклонить его вправо-влево, квадрокоптер будет поворачивать нос по часовой стрелке либо против часовой стрелки.

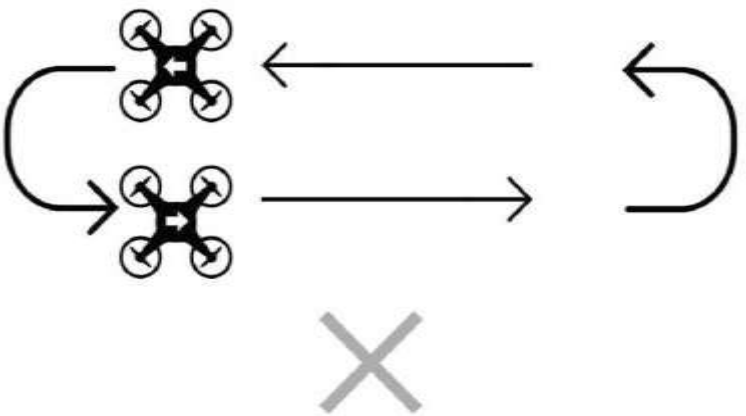
Взлетаем, удерживая высоту 1 метр, поворачиваем квадрокоптер по часовой стрелке на 180 градусов, поворачиваем обратно против часовой стрелки на 180 градусов, приземляемся в точку взлета.

В этом задании самое трудное — удержать высоту. Отрабатываем задание, пока при развороте квадрокоптер не будет отклоняться по высоте не более 0,2 метра.

Упражнение 5. Полёты влево-вправо и вперёд-назад боком к себе

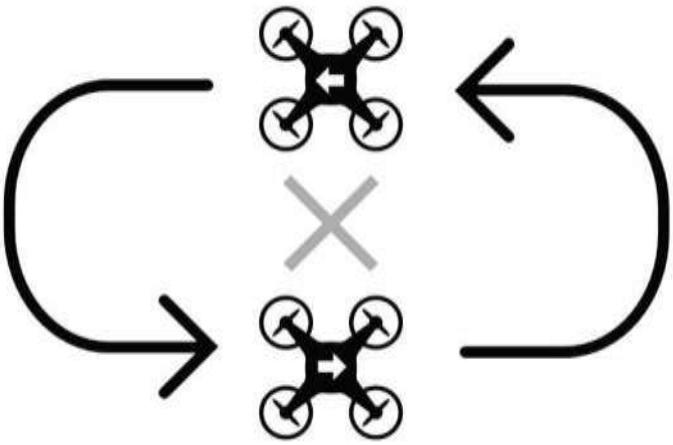


Упражнение 6. Полёт боком к себе по линии влево-вправо с разворотами в крайних положениях



Упражнение 7. Висение носом к себе

Упражнение 8. Полёт по кругу носом вперёд



Изобразите на чистом листе органы управления на пульте и за что они отвечают.

Что нужно делать, чтобы удерживать квадрокоптер в одной точке в пространстве?_____
_____
_____
_____
_____

Какие бывают полётные режимы и в чем их различие?

_____
_____
_____
_____
_____

Этапы работы

Обучение визуальному пилотированию

- Выполните последовательно все упражнения от 1 до 8.
- Тренируйтесь, пока не сможете выполнить все шаги уверенно и повторить их по просьбе преподавателя.
- Получайте удовольствие от пилотирования.
- При крушении и поломках отремонтируйте квадрокоптер.

Проектирование трассы

Изобразите ваш вариант трассы для drone racing, которую можно построить в детском технопарке «Кванториум».

Тренировки на трассе

По очереди пролетите трассу, при необходимости измените её конструкцию.

Drone racing

Устройте гонку на квадрокоптерах, которые вы собрали своими руками!

Обсуждение

Что вы узнали на занятии?_____
_____
_____
_____
_____

Что вы еще можете изменить в своем квадрокоптере либо в стиле пилотирования, чтобы пройти трассу за минимальное время?_____
_____
_____
_____
_____

Кейс 3. Сравнение пропеллеров

Описание проблемной ситуации или феномена
При крушении коптера сломались пропеллеры. В наличии таких же пропеллеров не оказалось. Необходимо купить другие пропеллеры с новыми, но подходящими для выполнения задачи параметрами. Также необходимо подобрать оптимальные параметры пропеллеров для решения конкретной инженерной задачи по созданию БПЛА для мониторинга и охраны периметра территории.

Категория кейса: вводный.

Место кейса в структуре модуля:
знакомство с аэродинамикой и технологиями конструирования БПЛА.

Количество учебных часов, на которые рассчитан кейс:
5 часов**.**

Занятие 1. Аэродинамика воздушного винта
Цель: понять основы аэродинамики летательных аппаратов и воздушного винта.
Что делаем: изучаем пропеллер и его характеристики, подъёмную силу и аэродинамику.
Компетенции:
Hard: подбор пропеллеров на заданные электромоторы.
Soft: умение слушать и задавать вопросы, работа с неизвестными данными.
Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 2. Практикум по сравнению пропеллеров
Цель: научиться различать поведение коптера с разными пропеллерами.
Что делаем: измеряем время висения и ускорение одинаковых коптеров с разными пропеллерами.
Компетенции:
Hard: эксплуатация и обслуживание коптеров.

Soft: работа в команде, аккуратность, ответственность. **Кол-во часов:** 2,5 часа.

Метод работы с кейсом:
исследования, дискуссия, экспериментальная работа.

Минимально необходимый уровень входных компетенций: не требуется.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Формируемые навыки

Универсальные
- умение слушать и задавать вопросы;
- работа с неизвестными данными;
- работа в команде;
- аккуратность;
- ответственность.

Предметные
- подбор пропеллеров на заданные электромоторы;
- навыки эксплуатации и обслуживание коптеров;
- умение выбирать пропеллеры, подходящие для предполагаемой задачи.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:
- Оценивание педагогом умения решать качественные задачи по выбору пропеллера.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися с целью проверки их понимания теоретического материала и умений применить его на практике.

Необходимые расходные материалы и оборудование:
- УМК «Клевер» с квадрокоптерами в собранном виде и заряженными аккумуляторами.
- Размеченная зона для полётов с определёнными барьерами на границах и разметкой взлётно-посадочных площадок.
- Комплект дополнительных пропеллеров:
- 5” двухлопастной;
- 5”трёхлопастной;
- 4” двухлопастной;

- 4” трёхлопастной.

Руководство для педагогов

Обзор занятий

Шаг и диаметр. Уменьшая диаметр винта при некотором увеличении шага, можно снизить лобовое сопротивление пропеллера и увеличить скороподъемность, тем самым повысив динамичность дрона. И наоборот, при увеличении диаметра винта и уменьшении шага повышаем грузоподъемность на низших оборотах, повышая плавность и стабильность, но снижаем динамические качества.

Материал. Стоит помнить, что при равной геометрии карбоновые винты значительно жестче пластиковых, да и прочность их повыше. Поэтому коптер, особенно при видеосъемке, будет подвержен меньшей вибрации, идущей от колебаний лопастей. **Ход занятий:**

- Техника безопасности.
- Обсуждение.
- Проведение эксперимента. Установление разных пропеллеров на квадрокоптер. Попытка взлететь на каждом из комплектов.
- Осознание влияния параметров.
- Установка подходящих винтов.
- Тренировка на рабочем месте.
- Соревнование.
- Подведение итогов.

Время: 15 часов.

Демонстрации

Полёт квадрокоптера с разными пропеллерами (на одних мало висит, но быстро летит, на вторых долго висит).

Вопросы для обсуждения с обучающимися:

- Что будет, если к электромотору подключить слишком большой пропеллер?
- Что будет, если поставить пропеллер такой же по диаметру,

  но с другим шагом?
- Что будет, если на электромотор поставить слишком маленький пропеллер?
- Что будет, если поставить пропеллер из другого материала?
- Что будет, если обрезать концы винта?
- Что будет, если пропеллеры будут вращаться в одну сторону?

- Что будет, если не выполнил балансировку пропеллеров?
- Что будет, если увеличить шаг пропеллера?
- Что будет, если пропеллер будет иметь 3 лопасти?
- Что будет, если пропеллер сделан из толстого материала?

Цель: научиться сравнивать пропеллеры.

В ходе работы над кейсом ученики должны научиться методике сравнения пропеллеров и отвечать на такие вопросы, как:

1. Как подобрать оптимальный винт для модели, чтобы и летало хорошо, и ничего не сгорело?
2. Что обозначает маркировка воздушных винтов?

Материалы:

- Собранный учебный конструктор квадрокоптера.
- Разные комплекты пропеллеров.

Советы:

1. Обсудите, какие варианты пропеллеров наиболее близки к оптимальному. Расскажите об общепринятой схеме.
2. Следите за процессом сборки, помогая ученикам.
3. После сборки разберитесь, чей коптер дольше висит в воздухе и почему.
4. Модернизируйте квадрокоптеры на основании данных, полученных в ходе эксперимента.

Руководство для обучающегося

Цель: научиться выбирать пропеллеры, подходящие для предполагаемой задачи.

Как это сделать

Важно понимать, что существуют различные виды воздушных винтов, которые можно использовать с разным успехом при постройке своего квадрокоптера. Необходимо научиться выбирать пропеллеры.

Подробнее

Какие выбрать винты для квадрокоптера?

Как правильно выбрать винты для квадрокоптера - многие владельцы

дронов сталкиваются с выбором едва ли не после некоторого количества полетов.

Случается это после нескольких неудавшихся посадок при допущении ошибок пилотом либо столкновении с преградой при внезапном порыве, после исчерпания резервного комплекта. Причем при столкновениях обычно повреждается не один, а сразу несколько винтов.

Другие меняют винты с несколько отличающимися от оригинальных параметрами для изменения характеристик динамики аппарата. Как известно, основными параметрами винта являются шаг и диаметр, от них зависит грузо- и скороподъемность.

Часто дилеммой становится выбор материала — пластик или карбон? Стоит помнить, что при равной геометрии карбоновые винты значительно жестче пластиковых, да и прочность их повыше. Поэтому коптер, особенно при видеосъемке, будет подвержен меньшей вибрации, идущей от колебаний лопастей.

Старт

Изобразите на чистом листе направление вращения пропеллеров на квадрокоптере.

Для чего они так расположены?_____
_____
_____
_____

Этапы работы по подбору оптимальных пропеллеров

Сравнение пропеллеров

- ННайдите в интернете сравнительные характеристики для используемых вами электромоторов и пропеллеров. Как они

сочетаются?

- Проведите теоретический анализ и выберите лучший.
- Установите различные пропеллеры на квадрокоптер.
- Попытайтесь взлететь на каждом из комплектов и немного полетать.
- Оцените, как влияют диаметр и шаг пропеллера на скорость и управляемость квадрокоптера.
- Обсудите, какой из пропеллеров является оптимальным выбором для данного квадрокоптера.

Соревновательный элемент

Подберите такие пропеллеры, на которых квадрокоптер будет висеть максимальное количество времени.

Обсуждение

Что вы узнали на занятии?_____

_____

_____

Какой из пропеллеров является оптимальным выбором для данного квадрокоптера в теории?

_____

Какой вам понравился больше всего на практике?

_____

_____

_____

_____

_____

Кейс 4. Автономный полёт

Описание проблемной ситуации или феномена
Строительной компании для строительства нового микрорайона и прокладки дорог необходимо получить детальную и высокоточную карту местности на обширной территории. Требуемая картографическая информация должна быть актуальной, детализированной и не иметь искажений. Способ картографирования должен быть недорогим и быстрым. Решение — создать автономный дрон.

Категория кейса: вводный.

Место кейса в структуре модуля:

начало проектной деятельности, инженерная разработка устройства.

Количество учебных часов, на которые рассчитан кейс:
20 часов.

Занятие 1. Теоретические основы управления квадрокоптером автономно

Цель: изучить и понять разнообразие способов автономного управления.
Что делаем: изучаем подходы к автономному управлению БПЛА.
Компетенции:
Hard: знания в области автономных систем, языков программирования, микроконтроллеров.
Soft: проектная работа, работа в команде.
Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 2. Сборка устройства для управления квадрокоптером автономно

Цель: собрать систему датчиков для квадрокоптера.
Что делаем: собираем на макетной плате прототип устройства для навигации внутри помещения.
Компетенции:

Hard: сборка электронных компонентов, схемотехника.
Soft: проектная работа, работа в команде.
Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 3. Первые тестовые полёты

Цель: выполнить взлёт и посадку автономно и безопасно.

Что делаем: тестовые полёты с использованием устройства и управлением с помощью Arduino.

Компетенции:

Hard: отладка программ, языки программирования.

Soft: настойчивость и упорство.

Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 4. Отладка программы и оборудования

Цель: обеспечить предсказуемый и безопасный автономный полёт.

Что делаем: отладка кода и корректирование конструкции устройства.

Компетенции:

Hard: отладка программ, языки программирования.

Soft: настойчивость и упорство.

Кол-во часов: 5 часов.

Занятие 5. Полёт по усложнённой схеме. Отладка программы и оборудования

Цель: выполнить тестовые автономные взлёт, пролёт до препятствия и посадку. Обеспечить предсказуемый и безопасный автономный полёт.

Что делаем: написание кода и корректирование конструкции устройства.

Компетенции:

Hard: отладка программ, языки программирования.

Soft: настойчивость и упорство.

Кол-во часов: 7,5 часа.

Метод работы с кейсом:

инженерная разработка устройства.

Минимально необходимый уровень входных компетенций:

Универсальные:

- внимательность;
- аккуратность;
- осмысленное следование инструкциям;
- соблюдение техники безопасности;
- работа с взаимосвязанными параметрами.

Предметные:
- навыки конструирования;
- знание строения коптера;
- навыки пайки;
- навыки электромонтажа;
- навыки механической сборки;
- знания о работе полетного контроллера.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты — автономно летающий БПЛА.

Формируемые навыки

Универсальные:
- работа в команде;
- внимательность;
- работа над ошибками;
- настойчивость в достижении результата.

Предметные:
- управление автономным БПЛА;
- программирование;
- компоновка и программный код автономного БПЛА.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:
- Демонстрация результатов работы с оцениванием по заранее заданным критериям.
- Безопасный и предсказуемый автономный полёт БПЛА.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися для выявления теоретических знаний и умения их применить на практике.

Необходимые расходные материалы и оборудование:

УМК «Клевер», библиотека для управления квадрокоптером, компьютер, полётная зона, безопасная для полётов автономных БПЛА.

Руководство для педагогов

Обсудите с обучающимися кейс и задайте наводящие вопросы для поиска решения проблемы кейса:

1. С помощью каких средств картографирования можно быстро выполнить задание строительной компании?
2. Какой способ управления коптером подойдёт для этого задания и почему?

Обзор занятия

Работа для простоты разбита на несколько этапов.

Этап 1
Заставить коптер автономно подняться и сесть, используя конструктор на основе контроллера Arduino. Для решения этой задачи потребуются базовые навыки конструирования БВС, схемотехника, пайка, конфигурирование полётного контроллера БВС, программирование на языке C/C++.
Для решения задачи участнику необходимо правильно подключить и настроить полётный контроллер, для чего требуется иметь представление о работе основных узлов БВС и их взаимодействии. Затем следует подключить Arduino к полётному контроллеру посредством UART и написать программу, на некоторое время включающую и отключающую винты. Помимо полетного контроллера к Arduino подключается приёмник пульта радиоуправления, чтобы при необходимости иметь возможность прервать полёт.

Этап 2
Используя сигналы ультразвуковых датчиков, запрограммировать коптер на взлёт, удержание высоты 50 см в течение 30 секунд со стабилизацией положения с помощью ультразвуковых сонаров и посадку.

Для решения задачи потребуются: программирование на языке C/C++, цифровая обработка сигналов, основы теории автоматического управления. Требуется оснастить квадрокоптер сонарами, позволяющими определять расстояние до пола и стен/препятствий. Поскольку данные с сонаров заметно зашумлены, участникам нужно фильтровать их (например, используя скользящий медианный фильтр). Затем на основании полученных данных формируются управляющие команды полётному контроллеру — для этого предлагается использовать ПИД-регулятор. Таким образом участникам предоставляется возможность применить свои знания по математике и информатике.

Этап 3
Запрограммировать коптер на взлёт, преодоление препятствия и посадку.
Для решения этой задачи потребуются программирование, цифровая

обработка сигналов, основы теории автоматического управления. Требуется запрограммировать квадрокоптер на взлёт, перелёт препятствия и посадку. Для посадки в предназначенной зоне предлагается использовать сонары.

Этап 4
Запрограммировать коптер на взлёт, преодоление препятствия и посадку.
Для решения этой задачи потребуются программирование, цифровая обработка сигналов, основы теории автоматического управления. Это усложненная версия предыдущего задания, включает в себя возврат в зону старта.

Цель: научить детей работать с программами, управляющими летательными аппаратами.

В ходе работы над кейсом ученики должны понять, что их знаний достаточно, чтобы запрограммировать квадрокоптер на автономный полёт.

Ход работы над кейсом:
• Планирование.

- Сборка и настройка квадрокоптера.
- Тестирование.
- Отладка кода.
- Модификация, если это необходимо.
- Подведение итогов.

Время: 15 часов.

Материалы:
- Учебный конструктор квадрокоптера.
- Вспомогательные видеоматериалы.
- Конструктор на основе контроллера Arduino.

Советы:
1. Начните с анализа материалов. Какие сложности нужно учесть при составлении программы полёта.
2. Следите за процессом написания и обсуждения кода.
3. После сборки разберите, как летали коптеры и почему.
4. Модернизируйте квадрокоптеры и их код на основании данных,

полученных в ходе эксперимента.

Пример решения

Для управления квадрокоптером предлагается использовать готовую библиотеку для прошивки Cleanflight. Библиотека идёт в комплекте.

Код библиотеки:

```
#include «mspapi.h»
//-----------------------------------------------------------------------------------------------
 -----------void setup()
{
// Инициализация msp::setup();
// Инициализация серийного порта
SeriaLbegin(115200);
}
//-----------------------------------------------------------------------------------------------

void loop()
{
int yaw = 1500; // Диапазон значений yaw, pitch, roll, throttle - от 1000 до
2000
int pitch = 1500; // Чем больше значение, тем быстрее коптер будет
лететь вперёд.
// При pitch < 1500 коптер будет лететь назад
int roll = 1500; // При roll > 1500 коптер будет лететь вправо, при roll <
1500 - влево
int throttle = 1000;
bool armed = 1;
// Команда полётному контроллеру
msp::send_rc_command(yaw, pitch, roll, throttle, armed);
// Запрос данных о положении коптера с полётного контроллера под
управлением Cleanflight msp::send_attitude_request();
// Запрос данных о положении виртуальных стиков с полётного
контроллера
msp::send_rc_request();
// Парсинг данных, полученных от полётного контроллера
msp::read_replies();
// Данные о положении коптера (углах по трём осям) будут записаны в
глобальные переменные
// attitude::pitch, attitude::roll и attitude::heading.
```

// Данные о положении стиков будут выводиться в серийный порт
delay(50);
}

Пример кода для автономного полёта дрона:

```
1.  #include «msppg.h»
2.  #include <inttypes.h>
3.  #include <PID_v1.h>
4.
5.  const int RC_INTERVAL = 500;
6.
7.  int trigPin = 9;
8.  int echoPin = 8;
9.  int trigPinFront = 7;
10.  int echoPinFront = 6;
11.  int DO = 11;
12.  int D1 = 12;
13.
14.  int midRoll = 1360;
15.  int midPitch = 1555 + 70;
16.
17.  int d0 = 0;
18.  int d1 = 0;
19.  int i = 1550;
20.  int duration = 0;
21.  double cm = 0;
22.  int s = 0;
23.  double h = 70;
24.  int delta = 0;
25.
26.  int maxthr = 1650;
27.  int minthr = 1500;
28.  int midthr = 1600;
29.  int step_up = 2;
30.  int step_down = 1;
31.  int counter = 0;
32.
33.  double out = 0;
34.  double Kp = 1.5, Ki = 3.7 , Kd = 1;
35.
36.  PID myPID(&cm, &out, &h, Kp, Ki, Kd, DIRECT);
37.
38.  void setup()
39.  {
40.  delay(5000);
```

```
41.  // serial config
42.   Serial.begin(115200);
43.   pinMode(trigPin, OUTPUT);
44.   pinMode(echoPin, INPUT);
45.   pinMode(trigPinFront, OUTPUT);
46.   pinMode(echoPinFront, INPUT);
47.  pinMode(D0, INPUT);
48.   pinMode(D1, INPUT);
49.
50.   myPID.SetMode(AUTOMATIC);
51.  myPID.SetOutputLimits(-100,200);
52.
53.   write_rc_command(1500, 1500, 1500, 1000, 0);
54.   delay(200);
55.
56.   write_rc_command(1500, 1500, 1500, 1000, 1);
57.  delay(200);
58.
59.   //write_rc_command(1500, 1500, 1500, 1650, 1);
60.   //delay(1000);
61.  }
62.   // ------------------------------------------------------------
63.   void loop()
64.   {
65.
66.   //write_rc_command(1500, 1500, 1500, 1300, 1);
67.  //delay(100);
68.
69.   // write_debug(«debug_msg»);
70.
71.  // write_attitude_request();
72.   // write_rc_request();
73.   d0 = digitalRead(D0);
74.   d1 = digitalRead(D1);
75.
76.   Serial.print(« d0 = «);
77.  Serial.print(d0);
78.   Serial.print(«; d1 = «);
79.   Serial.print(d1);
80.
81.  digitalWrite(trigPin, LOW);
82.   delayMicroseconds(2);
83.   digitalWrite(trigPin, HIGH);
84.   delayMicroseconds(10);
85.   digitalWrite(trigPin, LOW);
```

```
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
cm = duration / 58;


delay(50);
Serial.print(«; cm = «);
Serial.print(cm);
// delay(100);
if ((cm > 1) && (cm<150)) {
// delta = h - cm;

Serial.print(«; out = «);
Serial.print(out);

myPID.Compute();
i = out + midthr-30;
}
else {
i = midthr;
}

digitalWrite(trigPinFront, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPinFront, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPinFront, LOW);
duration = pulseIn(echoPinFront, HIGH);
s = duration / 58;

Serial.print(«; s = «);
Serial.print(s);
Serial.print(«; counter = «);
Serial.print(counter);

if ((counter>100)||((counter>100)&&(s < 200)&&(s > 170))) {
for (i; i > 1300; i -= 10) {
write_rc_command(1500, 1450, midRoll, i, 1);
delay"(100);
}
write_rc_command(1500, 1500, 1500, 1000, 1);
delay(100);
write_rc_command(1500, 1500, 1500, 1000, 0);
delay(100);
while (1) i = 0;
}
```

```
131.
132.   if (d1 == 1) {
133.   write_rc_command(1500, 1500, 1500, 1450, 1);
134.   delay(5000);
135.   }
136.
137.   if (d0 == 1) {
138.   write_rc_command(1500, 1500, 1500, 1000, 1);
139.   delay(5000);
140.   }
141.   else {
142.   Serial.print(«; i = «);
143.   Serial.println(i);
144.   write_rc_command(1500, midPitch, midRoll, i, 1);
145.   delay(15);
146.   }
147.   // read all data from serial
148.   /*while (Serial.available() > 0)
149.   {
150.   state::parser.parse(Serial.read());
151.   }*/
152.   counter += 1;
153.   }
154.
155.   // ----------------------------------------------------------------
156.   int ultrasonic_measure(int echo_pin, int trig_pin)
157.   {
158.   pinMode(trig_pin, OUTPUT);
159.   digitalWrite(trig_pin, LOW);
160.   delayMicroseconds(2);
161.   digitalWrite(trig_pin, HIGH);
162.   delayMicroseconds(10);
163.   digitalWrite(trig_pin, LOW);
164.   pinMode(echo_pin, INPUT);
165.   return pulseIn(echo_pin, HIGH);
166.   }
```

Вопросы для обсуждения

1. Что будет, если заменить пропеллеры на другие?
2. Что будет, если неправильно подключить датчики?
3. Что будет, если один из датчиков сломается?
4. Что будет, если во время полёта задеть коптер?
5. Что будет, если эксперимент будет проходить на улице?
6. Что будет, если в программном коде возникнет ошибка?

7. Что будет, если во время полёта разрядится аккумулятор?
8. Что будет, если во время автономного полёта подать сигнал с пульта управления?
9. Что будет, если использовать другие источники питания?

Руководство для обучающегося

Вопросы для обучающихся по кейсу для дискуссии:

1. С помощью каких средств картографирования можно быстро выполнить задание строительной компании?
2. Какой способ управления коптером подойдёт для этого задания и почему?

Цель: собрать и настроить коптер для автономного полёта.

Старт

Для чего может использоваться коптер с автономным полётом?_____
_____
_____
_____

Благодаря каким технологиям коптер может совершить автономный полёт?_____
_____
_____
_____

Изобразите на чистом листе схему квадрокоптера, предназначенного для автономного полёта.

Этапы работы

Планируем квадрокоптер

Нарисуйте проект квадрокоптера с идеальной, с вашей точки зрения, компоновкой элементов для автономного взлёта и посадки:

План работы:

1) Модифицируйте схему коптера, чтобы он смог автономно взлетать и, удерживая высоту и стабилизацию, зависать в воздухе на 30 секунд с последующей посадкой.

План работы:

2) Изобразите схему коптера, который способен автономно взлетать, облетать препятствия и совершать посадку в месте старта.

Какие изменения потребуются в программном коде?_____
_____
_____
_____
_____

План работы:

_____
_____
_____
_____

Сборка

- Соберите квадрокоптер, пользуясь схемой.
- После сборки запрограммируйте квадрокоптер.

Доработка конструкций

Проанализируйте результаты. Сделайте выводы. При необходимости внесите изменения в квадрокоптер. Возможны как конструктивные изменения, так и изменения в настройках программного кода. Разработайте и изобразите схему трассы для испытания автономного коптера.

Обсуждение

Что вы узнали на занятии?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Что вы еще можете изменить в своем проекте, чтобы квадрокоптером было удобнее управлять?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

Лабораторно-практическая работа 1. Полёт на симуляторе

Обоснование необходимости работы
Отработка пилотирования БПЛА. Формирование навыков пилотирования у обучающихся начального уровня. Экономия затрат времени на ремонт реальных БПЛА при поломках. Предотвращение неэффективного расходования запчастей при обучении полётам.

Задачи лабораторно-практической работы: приобрести начальные навыки пилотирования и подготовиться к управлению реальным БПЛА.

Категорияработы: вводный модуль.

Место кейса в структуре модуля:
знакомство с принципами управления БПЛА, приобретение начальных навыков пилотирования.

Количество учебных часов, на которые рассчитан кейс:
5 часов.

Занятие 1. Освоение симулятора
Цель: научиться
работать с симулятором.
Что делаем: изучаем устройство hard- и soft-составляющих симулятора, его интерфейс, настройки.
Компетенции:
Hard: умение подключать и настраивать оборудование.
Soft: внимательность, поиск оптимального решения.
Кол-во часов: 2,5часа.

Занятие 2. Отработка навыков
Цель: научиться выполнять простые элементы пилотажа БПЛА. **Что делаем:** отрабатываем упражнения на симуляторе в соответствии с подробным описанием кейса.

Компетенции:

Hard: навыки пилотирования.
Sort: преодоление страха полёта, осознание своего уровня компетентности.
Кол-во часов: 2,5 часа.

Метод работы с кейсом:

аналитический метод решения проблемы, работа на симуляторе, работа по принципу «Делай как я».

Минимально необходимый уровень входных компетенций: начинающий пользователь ПК.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся: умение выбрать параметры и режимы симулятора, подходящие для начального обучения.

Формируемые навыки

Универсальные:
- преодоление страха полёта;
- осознание своего уровня компетентности;
- умение слушать и задавать вопросы;
- поиск оптимального решения;
- внимательность;
- аккуратность;
- работа с взаимосвязанными параметрами.

Предметные:
- умение подключать и настраивать оборудование симулятора;
- навыки пилотирования коптера.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:
- Наблюдение за полётом ученика в результате проделанной работы.
- Вопросы для обсуждения с обучающимися.

Необходимые расходные материалы и оборудование:
Программное обеспечение симулятора, оборудование в виде элементов БПЛА, подключаемых к компьютеру, компьютеры.

Руководство для педагогов

Обзор занятий

Ключевые понятия:

- Drone racing.
- Полётные режимы.
- Газ, рысканье, тангаж, крен.
- Симулятор полётов на квадрокоптере.

Drone racing — гонки на квадрокоптерах, проводимые по всему миру. Цель — пройти трассу, ограниченную поворотными столбами и курсовыми воротами.

Полетные режимы — модель поведения квадрокоптера. От выбранного полётного режима зависит простота управления.

Газ, рысканье, тангаж, крен — 4 канала управления квадрокоптером, каждый стик на пульте отвечает за один из каналов. Газ — скорость вращения электромоторов. Рысканье — поворот вокруг своей оси. Крен, тангаж — углы наклона коптера.

Ход занятий:

- Знакомство с техникой безопасности.
- Обучение работе в симуляторе полёта квадрокоптера.
- Обучение пилотированию квадрокоптера в симуляторе.
- Проектирование трассы для симулятора.
- Тренировки на трассе.
- Гонка.
- Подведение итогов.

Время: 5 часов.

Демонстрации

Расскажите и покажите видео с drone racing. Объясните правила техники безопасности и основы пилотирования. Продемонстрируйте, как работает симулятор и какие дополнительные возможности для тренировки имеет программа.

Цель работы: понять основы пилотирования в симуляторе полёта коптера.

В ходе данного проекта ученики должны освоить основы пилотирования

в симуляторе, понять, как изменяется поведение квадрокоптера в зависимости от полётного режима, на какой высоте лучше летать и насколько плавно перемещать стики пульта.

Материалы:

- Симулятор полёта коптера.
- Вспомогательные видеоматериалы.

Шаги:

1. Начните с анализа материалов. Объясните общие правила управления коптером. Покажите интерфейс и возможности симулятора.
2. Следите за процессом отработки уроков пилотирования в симуляторе.
3. Рассмотрите сделанные обучающимися планы трасс и выберите лучший вариант.
4. Организуйте гоночные соревнования в симуляторе.

Вопросы для обсуждения с обучающимися:

1. Что будет, если управлять квадрокоптером слишком резко?
2. В каком полётном режиме лучше всего управлять для фотосъемки?
3. В каком полётном режиме лучше всего делать трюки?
4. Что будет, если попытаться пройти трассу в неудачном полётном режиме?
5. Что будет, если не откалибровать или откалибровать неправильно квадрокоптер перед взлётом?
6. Что лучше — лететь быстро или аккуратно?
7. На какой высоте лучше проходить трассу?
8. Что будет, если пройти трассу задом наперед?
9. Как изменится стиль пилотирования, если установить на квадрокоптер другие пропеллеры?
10. Что будет, если попытаться пройти трассу на квадрокоптере с неправильно откалиброванными гироскопами?

Руководство для обучающегося

Цель: освоить основы пилотирования мультироторных летательных аппаратов в симуляторе.

Как это сделать
Изучить интерфейс симулятора, научиться позиционировать коптер и выполнять простые передвижения коптера в симуляторе.

Подробнее
Симулятор квадрокоптера на ПК — это альтернативный способ научиться управлять летательным аппаратом без опасения разбить настоящую модель вследствие неопытности и неумелых действий.

Шаг 1: знакомство с интерфейсом программы.

Шаг 2 : взлет и посадка.

Совет: тренируем взлет и плавную посадку в симуляторе. Взлет делаем уверенно и быстро, главное, не затягивать отрыв от земли и не ползать по земле. Взлететь гораздо легче, чем плавно посадить квадрокоптер. Отрабатываем плавную посадку: чем мягче приземляемся, тем лучше. Суммируем все вышесказанное в алгоритм: взлет на высоту 0,5-1 м, плавное снижение и приземление, повторяем 20 раз или более.

Шаг 3: удержание позиции в воздухе. Очень важно научиться удерживать квадрокоптер на одной высоте и в одной точке. Квадрокоптер может сносить в сторону ветром, а по высоте он будет снижаться при снижении уровня заряда аккумулятора.

Совет: пульт радиоуправления держим двумя руками, пальцы обеих рук всегда держатся за стики: левая — за стик газа/по- ворота, правая — за направления вперед/назад/влево/вправо. Двигаем стиками очень плавно. Для более точной координации движений рекомендуется держать стик указательным и толстым пальцами.

Шаг 4: посадка в симуляторе в точку взлета.

Совет: взлетаем, улетаем в любую сторону на 2 метра, возвращаемся к точке взлета, плавно приземляемся.

Шаг 5: поворот носа.

Совет: взлетаем в симуляторе, удерживая высоту 1 метр, поворачиваем квадрокоптер по часовой стрелке на 180 градусов, поворачиваем обратно против часовой стрелки на 180 градусов, приземляемся в точку взлета. В этом задании самое трудное — удержать высоту. Отрабатываем задание, пока при развороте

квадрокоптер не будет отклоняться по высоте не более 0,2 метра.

Старт

Изобразите органы управления на пульте и за что они отвечают.

Что нужно делать, чтобы удерживать квадрокоптер в одной точке в пространстве?_____

_____

Какие бывают полётные режимы и в чем их различие?

_____
_____
_____
_____

Обучение пилотированию в симуляторе

- Выполните последовательно все шаги от 1 до 5.
- Тренируйтесь, пока не сможете выполнить все шаги на разных высотах.
- Получайте удовольствие от пилотирования.

Проектирование трассы

Изобразите ваш вариант трассы для drone racing, которую можно пройти в симуляторе.

Тренировки на трассе

По очереди пролетите трассу, при необходимости измените её конструкцию.

Drone racing

Устройте гонку, проходя построенную в симуляторе трассу на время.

Обсуждение

Что вы узнали на занятии?

Что вы еще можете изменить в стиле пилотирования, чтобы пройти трассу за минимальное время?

Лабораторно-практическая работа 2. Сборка автоматической системы управления световыми сигналами

Обоснование работы
На примере практической сборки автоматической системы управления световыми сигналами научиться использовать микроконтроллеры и получить начальные знания и навыки программирования микроконтроллеров.

Категория работы: вводный модуль.

Место ЛПР в структуре модуля:

знакомство с основами технологий автоматических автономных робототехнических систем.

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитана ЛПР:
10 часов.

Занятие 1. Виды и устройство микроконтроллеров и электронных компонентов
Цель: изучить виды контроллеров.
Что делаем: изучаем виды микроконтроллеров и одноплатных компьютеров, электронных компонентов.
Компетенции: знания о микроконтроллерах, их устройстве и принципах действия; умение слушать и задавать вопросы.
Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 2. Конструирование схемы светофора. Сборка схемы из компонентов
Цель: собрать электронную схему.
Что делаем: знакомимся с конструктором Arduino. Конструируем схему подключения.
Компетенции: умение составлять электронные схемы; знание основ логики; умение решать многовариантные задачи.

Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 3. Написание скетча

Цель: запрограммировать светофор.
Что делаем:пишем и отлаживаем программу для микроконтроллера светофора.
Компетенции: знание основ языка С++, внимательность.
Кол-во часов: 2,5 часа.

Занятие 4. Отладка и улучшение своего устройства

Цель: проявить изобретательский подход, реализовать свои замыслы**.**
Что делаем: тестируем и дорабатываем схему светофора.
Компетенции: навыки тестирования, настойчивость, упорство, внимательность, поиск.
Кол-во часов: 2,5 часа.

Метод работы:

конструирование, инженерная разработка устройства, лабораторно-практическая работа.

Минимально необходимый уровень входных компетенций: не требуется.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты — собранная и функционирующая автономная система управления световыми сигналами.

Формируемые навыки

Универсальные:

- умение слушать и задавать вопросы;
- логика, решение многовариантных задач;
- техническое творчество;
- настойчивость, упорство, внимательность, поиск;
- разработка реально работающего прототипа.

Предметные:

- знания о микроконтроллерах, их устройстве и принципах

действия;
- разработка электронных схем;
- программирование на языке C++;
- навыки тестирования.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:
- Демонстрация работ обучающихся.
- Обсуждение результатов и путей улучшения с обучающимися.

Необходимые расходные материалы и оборудование:
УМК «Клевер» с набором для автономного полёта (стандартная комплектация).

Руководство для педагогов

Обзор занятий

Ключевые понятия:
- Микроконтроллеры.
- Программирование.

Цель работы: научить детей не бояться создавать свои разработки с использованием микроконтроллеров. Обучить основам программирования на языке C.

Материалы:
- Arduino Nano.
- Кабель USB.
- Плата прототипирования.
- Провода «папа-папа» — 7 шт.
- Резисторы 220 Ом — 6 шт.
- Светодиоды красные — 2 шт.
- Светодиоды зеленые — 2 шт.
- Светодиоды желтые — 2 шт.

Советы:
1. Начните с анализа материалов. Какой алгоритм функционирования светофора наилучший?

2. Следите за процессом сборки, помогая обучающимся.
3. После сборки разберите, чей светофор работает лучше и почему.

4. Модернизируйте светофоры на основе эксперимента.

Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров

Роль микроэлектроники в современной науке и технике трудно переоценить. Она по праву считается катализатором научно-технического прогресса. Спектр ее применения огромен — от фундаментальных исследований до прикладных задач. Микроэлектроника, очередной исторически обусловленный этап развития электроники и одно из ее основных направлений, позволяет использовать новые эффективные пути решения назревших проблем.

Электроника — это область науки, техники и производства, охватывающая исследование и разработку электронных приборов и принципов их использования.

Микроэлектроника — это подраздел электроники, охватывающий исследования и разработку качественно нового типа электронных приборов — интегральных микросхем — и принципов их применения.

Интегральная микросхема — совокупность взаимосвязанных компонентов (транзисторов, диодов, конденсаторов, резисторов и т.п.), изготовленная в едином технологическом цикле (одновременно), на одной и той же несущей конструкции — подложке (пластине или пленке) — и выполняющая определенную функцию преобразования информации.

Термин «интегральная схема» (ИС) отражает факт объединения (интеграции) отдельных деталей в единый прибор и усложнение их функций по сравнению с функциями отдельных компонентов.

Таким образом, элементы интегральной схемы не могут быть выделены в качестве самостоятельных компонентов и имеют ряд конструктивных особенностей по сравнению с компонентами, изготавливающимися обособленно и соединяющимися в схему путем пайки.

С каждым годом потребность в вычислительных мощностях растет. Для выполнения современных задач не хватит ни одного здания, чтобы поместить, например, один средний офисный компьютер, который бы состоял из классических электронных компонентов, так как они исчисляются миллионами. Их миниатюризация привела к тому

поразительному разнообразию и повсеместному распространению электронных устройств, которые мы видим сейчас.

Сложность устройств требует высокотехнологичного производства. Вручную невозможно осуществить их изготовление и контроль качества.

Поскольку интегральная схема, подобно транзистору, представляет собой единое целое, выполняет заданную функцию и должна удовлетворять определенным требованиям при испытаниях, поставках и эксплуатации, она относится к электронным приборам, но качественно новым, и обладает следующими особенностями:

- Самостоятельно выполняет законченную, часто сложную функцию, тогда как элементарные электронные приборы обладают схожим функционалом только в ансамбле с другими компонентами. Например, отдельный транзистор не может обеспечить усиление сигнала или запоминание информации.

Для этого нужно из нескольких транзисторов, резисторов и других компонентов собрать соответствующую схему.

- Повышение функциональной сложности прибора по сравнению с элементарными не только не ухудшает основные показатели, но и улучшает их, например, надежность, размер и стоимость. Поскольку габариты и масса средних интеграционных схем близки к габаритам и массе дискретных транзисторов, то в первом приближении выигрыш может достигать сотен и тысяч раз.

Надежность работы полупроводникового прибора определяется прежде всего количеством паяных соединений. Так как в производстве интегральных схем используется процесс металлизации вместо пайки, то они надежнее по сравнению с дискретными схемами. Стоимость интегральной схемы по сравнению со стоимостью аналогичного дискретного компонента может быть в сотни раз меньше, так как все ее элементы изготавливаются в едином технологическом цикле, что сравнимо с количеством операций по изготовлению отдельного транзистора.

- Еще одна особенность — предпочтение активных элементов пассивным — принцип, противоположный тому, который применяется в транзисторной технике. В последней активные компоненты, особенно транзисторы, наиболее дороги, и потому оптимизация схемы состоит в уменьшении количества активных компонентов.

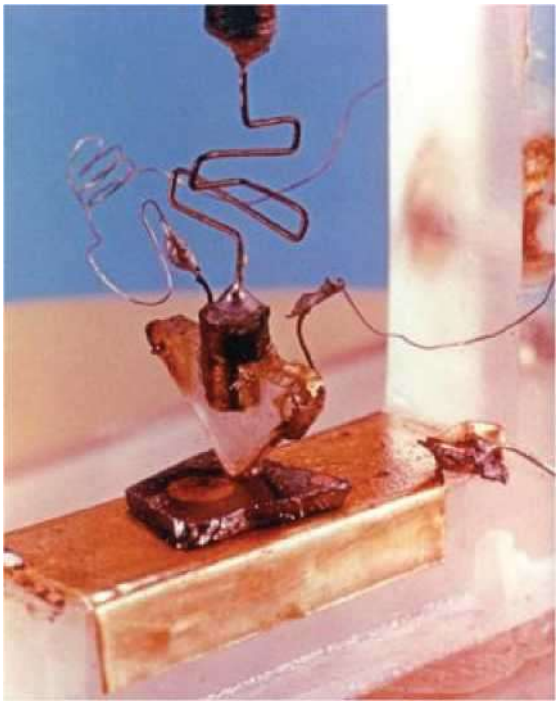
У интегральных схем дело обстоит иначе: у них задана стоимость кристалла, а не элемента, поэтому целесообразно размещать на кристалле как можно больше активных элементов, занимающих меньшую площадь.

- Четвертая особенность связана с тем, что смежные элементы интегральных схем расположены на расстояниях порядка микрометра. На таких малых расстояниях различие электрофизических свойств материала маловероятно, следовательно, и значительный разброс параметров у смежных элементов также маловероятен.

Результаты развития микроэлектроники увеличили возможности науки и техники, ускорили процессы, связанные с научными исследованиями и разработкой новых технологий, повысили производительность труда практически во всех отраслях промышленности, фантастически расширили возможности информационных систем и оказали серьезное влияние на прогресс развития человечества в целом. Микроэлектроника поспособствовала началу постиндустриального периода, где приоритет перешёл от преимущественного производства товаров к производству услуг.

Первым стартовым шагом к микроэлектронике, несомненно, был переход от электронных вакуумных ламп к транзисторам, которые были изобретены в 1948 году. Конкуренция между ними сопровождалась бурными дебатами среди специалистов и, в первую очередь, связана с большим количеством успешно работающей аппаратуры с электронными лампами.

Производственный цикл такой аппаратуры был хорошо отлажен, и она приносила большую прибыль производителям. Еще из причин: несовершенная технология производства транзисторов, что приводило к нестабильности характеристик прибора, недостаточной надежности и высокой стоимости. Другая же заключалась в консервативно настроенных специалистах, привыкших работать со старой техникой.



Точечный транзистор

Первые транзисторы были точечными, изготавливались с применением германия и, в дополнение к указанным выше недостаткам, обладали высоким уровнем шума. Переход от точечных транзисторов к плоскостным совпал с переходом от германия к кремнию в 1953 году. Использование кремния увеличило мощность транзистора. Позднее было налажено групповое производство, что сказалось на уменьшении стоимости этих приборов. В 1956 году трем американским ученым — Шокли, Бардину и Браттейну - присудили Нобелевскую премию по физике за исследование полупроводников и открытие транзисторного эффекта. К этому времени стало ясно, что применение транзисторов сильно потеснит или даже заменит электронную лампу.

Несмотря на то, что транзисторы практически полностью вытеснили электронные лампы, последние все еще находят применение в высокочастотной и высоковольтной мощной технике, например, в мощных радиовещательных передатчиках, СВЧ-печах, радарах. Их применяют в военной промышленности и космической технике из-за повышенной устойчивости к электромагнитным импульсам, температурным диапазонам и космической радиации. Электронные

лампы до сих пор находят применение в звукотехнике — как любительской, так и профессиональной. Конструирование ламповых звукотехнических устройств является одним из направлений современного радиолюбительского движения.
Второй, решающий шаг — появление интегральных схем. Первая схема была изготовлена в 1961 году и представляла собой триггер, состоящий из четырех биполярных транзисторов и двух резисторов. Их быстрому распространению поспособствовала хорошо отработанная технологическая база группового производства транзисторов.
Таким образом, с момента изобретения транзистора до изготовления первых интегральных схем, поступивших на рынок, прошло чуть более десяти лет. С этого момента началось стремительное развитие микроэлектроники. Далеко не все схемы, считавшиеся типичными в дискретной транзисторной электронике, оказались приемлемыми в микроэлектронике. И наоборот, многие схемы, которые казались экзотическими и не имели широкого распространения, в микроэлектронике оказались приемлемыми и даже оптимальными.
В процессе развития микроэлектроники появилось множество специфичных компонентов, которые не имеют аналогов в транзисторной схемотехнике, например, многоэмиттерный транзистор и приборы с зарядовой связью. Схемы с такими элементами не могут быть даже промоделированы на дискретных компонентах.

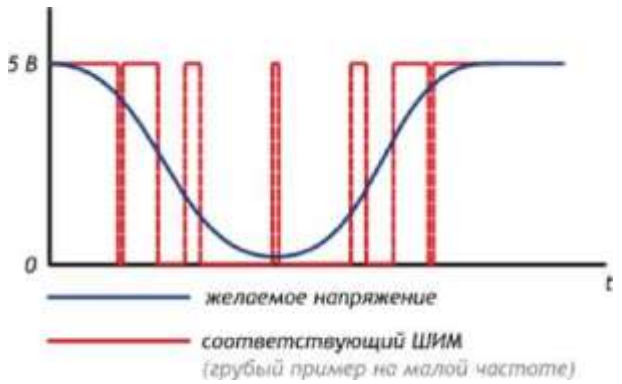
Все сказанное выше говорит о том, что микроэлектроника как область науки и техники не сводится только к технологии интегральных схем. Она аккумулирует в себе три равнозначных аспекта: физический, технологический и схемотехнический. Знание этих трех аспектов микроэлектроники позволяет разработчику интегральных схем трезво оценивать как новые варианты элементной базы или схемных решений, так и новые варианты технологических процессов.

Микроконтроллеры и их программирование на примере Arduino

Микроконтроллер — это микросхема, представляющая собой микрокомпьютер для управления электронными устройствами.
Мы будем рассматривать программирование микроконтроллеров на примере платы Arduino и специально написанного под него языка, который основан на C/C++. Мы не станем описывать шаги по настройке и установке — все это вы сможете найти непосредственно на сайте производителя. Сразу обратимся непосредственно к

программированию.
Для подачи команд и приема показаний с внешних приборов применяются цифровые и аналоговые порты. Цифровой порт может передавать сигнал (HIGH) или его отсутствие (LOW), а также определять наличие этого сигнала, если порт используется как вход.
Аналоговые же входы могут не просто определять наличие сигнала, но и показывать конкретные значения на его основе, например, силу тока в цепи или расстояние до объекта. Если же вы хотите передавать аналоговый сигнал, например, для управления яркостью свечения светодиода, то эту функцию на себя берут специальные цифровые порты, которые могут работать в режиме ШИМ (широтно-импульсной модуляции).

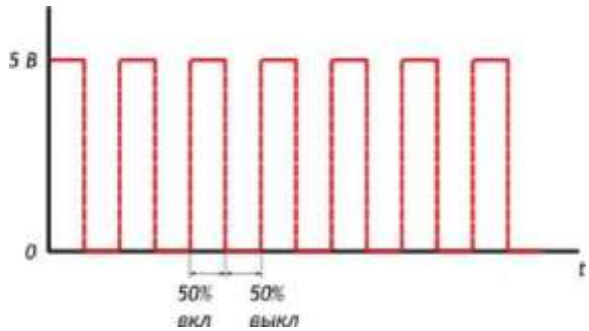
ШИМ — процесс управления мощностью, подводимой к нагрузке, путём изменения скважности импульсов, при постоянной частоте.



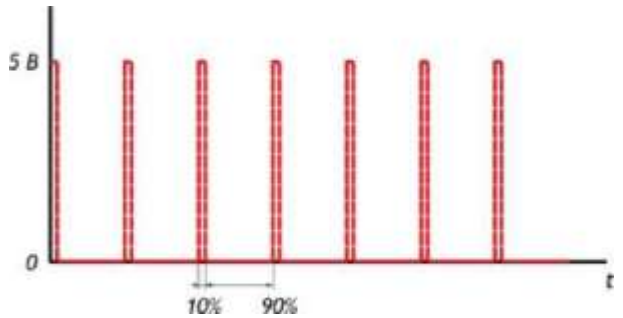
Выход микроконтроллера переключается между землей и Vcc тысячи раз в секунду. Или, как ещё говорят, имеет частоту в тысячи герц. Глаз не замечает мерцания более 50 Гц, поэтому нам кажется, что светодиод не мерцает, а горит вполсилы.
Аналогично разогнанный мотор не может остановить вал за миллисекунды, поэтому ШИМ-сигнал заставит вращаться его в неполную силу.

Скважность — это отношение периода следования импульсов к длительности импульса.

50% — эквивалент 2,5 В

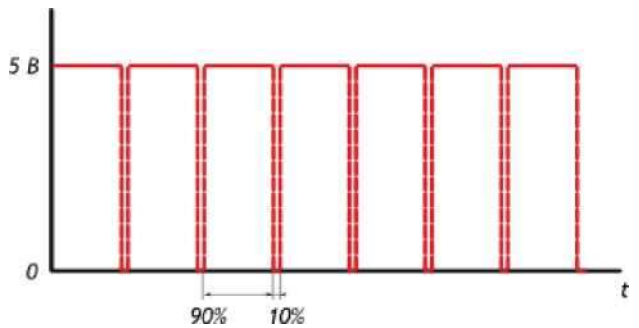

5 В
0
t
50%
вкл
50%
выкл

10% — эквивалент 0,5 В



акл аыкл

90% — эквивалент 4,5 В



акл выкл

Перейдем к основам программирования. Мы должны узнать, что такое переменные и как их объявлять, для чего нужны функции, а также запомнить наиболее часто используемые из них.

Переменные

Переменная — это место хранения данных. Она имеет имя, значение и тип. Например, данное объявление (называется декларацией):

int pin = 13;

создает переменную с именем pin, значением 13 и типом int.
Затем в программе имеется возможность обратиться к данной переменной через имя с целью работы с ее значением.

Например, в утверждении:

pinMode(pin, OUTPUT);

имеется значение вывода (13), которое будет передаваться в функцию pinMode(). В данном случае нет необходимости использовать переменную. Утверждение может работать и в таком виде:

```
pinMode(13, OUTPUT);
```

Преимущество переменной заключается в том, что необходимо определить значение вывода однажды и потом использовать его многократно. Впоследствии при изменении вывода 13 на 12 достаточно будет поменять только одну строку в программном коде. Также можно использовать специальные имена для подчеркивания значения переменной (напр., программа, управляющая светодиодом RGB, может содержать переменные redPin, greenPin и bluePin).

Переменные имеют другие преимущества перед такими значениями, как число. Есть возможность изменить значение переменной, используя присвоение. Например,

```
pin = 12;
```

изменит значение переменной на число 12. В данном примере не определяется тип переменной, так как он не меняется операцией присвоения. Имя переменной постоянно связано с типом, меняется только значение. Перед присвоением значения необходимо декларировать переменную. Присвоение значения переменной без ее декларации вызовет следующее сообщение: «Error: pin was not declared in this scope».

При присвоении одной переменной другой происходит копирование значения первой переменной во вторую. Изменение значения одной переменной не влияет на другую.

Например, после записи:

```
int pin = 13;
int pin2 = pin;
pin = 12;
```

только pin имеет значение 12, а pin2 еще равен 13.

Что означает слово scope в сообщении об ошибке, приведенной выше? Оно относится к части программы, в которой переменная может использоваться — области видимости, которая определяется местом ее декларации. Например, имеется возможность использовать переменную во всей программе, если задекларировать ее в начале программного кода. Такие переменные называются глобальными. Например, int pin = 13;

```
void setup()
{
pinMode(pin, OUTPUT);
}
void loop()
{
digitalWrite(pin, HIGH);
}
```

Из примера видно, что pin используется в обеих функциях setup() и loop(). Обе функции ссылаются на одну переменную, таким образом, изменение ее значения в одной функции повлияет на значение в другой:

```
int pin = 13;
void setup()
{
pin = 12;
pinMode(pin, OUTPUT);
}
void loop()
{
digitalWrite(pin, HIGH);
}
```

Функции digitalWrite(), вызываемой из loop(), будет передано значение 12, т.к. оно было присвоено переменной в функции setup().

Если переменная используется только один раз в функции, то ее декларируют в данной части программного кода, ограниченной скобками функции. Например, void setup() { int pin = 13;

```
pinMode(pin, OUTPUT);
digitalWrite(pin, HIGH);
```

}
В данном примере переменная может использоваться только внутри функции setup(). При написании данного кода: void loop() { digitalWrite(pin, LOW); // wrong: pin is not in scope here.
}
будет выведено сообщение: «Error: pin was not declared in this scope». Данное сообщение будет выводиться, даже если вы задекларировали переменную где-то в программе, но пытаетесь ее использовать вне области видимости.

Почему не сделать все переменные глобальными? Если неизвестно, где будет еще использоваться переменная, то почему ее надо ограничивать одной функцией? Когда переменная ограничена, легче найти источник ее изменения. Если переменная глобальная, то ее значение может быть изменено в любом месте программного кода, что означает необходимость проследить ее изменение по всей программе. Например, когда переменная имеет некорректное значение, то гораздо легче найти причину, если область видимости ограничена.

Функции

Разбиение на сегменты кода функциями позволяет создавать части кода, которые выполняют определенные задания. После выполнения происходит возврат в место, откуда была вызвана функция. Причиной создания функции является необходимость выполнять одинаковое действие несколько раз.

Разделение кода на функции имеет ряд преимуществ:

- Функции позволяют организовать программу. Очень часто помогают заранее составить концепцию программы.
- Функции кодируют одно действие в одном месте программы. Далее необходимо только отладить код функции.
- Функции сокращают шансы на появление ошибки при необходимости изменения кода.
- Функции сокращают текст программы и делают его компактным, так как некоторые секции используются много раз.
- Функции облегчают использование кода в других программах, делая его модульным. В этом случае функции обладают еще одним небольшим преимуществом — делают код программы легким для чтения.

Существуют две обязательные функции в программах для Arduino: setup() и loop(). Другие функции должны создаваться за скобками этих

функций. В следующем примере будет создана простая функция умножения двух чисел.

Пример

Для вызова функции умножения ей передаются параметры данных:

Синтаксис функции

тип возвращаемого значения Параметры

"void" если функция ничего не возвращает передаваемые в функцию

/ Имя функции | \

int myMultiplyFunction(int x, int y){

int result; /

\ Оператор, возвращающий

result = x * y; / значение

/'s'соответствующего типа /

return result;

Фигурные скобки, обязательны

```
void loop(){
int i = 2;
int j = 3;
int k;
k = myMultiplyFunction(i, j); // k содержит 6
}
```

Созданную функцию необходимо задекларировать вне скобок любой другой функции, таким образом «myMultiplyFunction()» может стоять выше или ниже функции «loop()». Весь скетч будет выглядеть следующим образом: void setup(){

```
Serial.begin(9600);
}
void loop(){
int i = 2;
int j = 3;
int k;
k = myMultiplyFunction(i, j); // k содержит 6
Serial.println(k);
delay(500);
}
int myMultiplyFunction(int x, int y){ int result;
result = x * y;
return result;
```

```
}
```

Еще один пример

Следующая функция будет считывать данные с датчика функцией analogRead() и затем рассчитывать среднее арифметическое. Затем созданная функция будет масштабировать данные по 8 битам (0-255) и инвертировать их. // датчик подключен к выводу 0

```
int ReadSens_and_Condition(){
int i;
int sval;
for (i = 0; i < 5; i++){
sval = sval + analogRead(0); // сенсор на аналоговом входе 0
}
sval = sval / 5; // среднее
sval = sval / 4; // масштабирование по 8 битам (0-255)
sval = 255 - sval; // инвертирование выходного значения return sval;
}
```

Вызов функции осуществляется присвоением ее переменной.

```
int sens;
sens = ReadSens_and_Condition();
```

Остановимся на нескольких основных функциях:

Функция setup()

Функция setup() вызывается, когда стартует скетч. Используется для инициализации переменных, определения режимов работы выводов, запуска используемых библиотек и т.д. Функция setup запускается только один раз, после каждой подачи питания или сброса платы Arduino.

Пример

```
int buttonPin = 3;
void setup() pinMode(buttonPin, INPUT);
                                }
 Serial.begin(9600);            void loop()
                                {
// ...
}
```

Функция loop()

После вызова функции setup(), которая инициализирует и устанавливает первоначальные значения, функция loop() делает точь-в-точь то, что означает её название, и крутится в цикле, позволяя вашей программе совершать вычисления и реагировать на них. Используйте её для активного управления платой Arduino.

Пример

```
int buttonPin = 3;
// setup инициализирует последовательный порт и кнопку void setup()
{
beginSerial(9600);
pinMode(buttonPin, INPUT);
}

// в цикле проверяется состояние кнопки,
// и на последовательный порт будет отправлено сообщение, если она
нажата
void loop()
{
if (digitalRead(buttonPin) == HIGH)
serialWrite('H');
else
```

```
serialWrite('L');
delay(1000);
}
```

Функция pinMode()

Описание
Устанавливает режим работы заданного вход/выходафт) как входа или как выхода.

Синтаксис
pinMode(pin, mode)

Параметры
- pin: номер вход/выходафт), который вы хотите установить;
- mode: режим одного из двух значений — INPUT или OUTPUT

— устанавливает на вход или выход соответственно.

Возвращаемое значение:
нет.

Пример

```
int ledPin = 13; // Светодиод, подключенный к вход/выходу 13
void setup()
{
pinMode(ledPin, OUTPUT); // устанавливает режим работы
- выход
}
void loop()
{
digitalWrite(ledPin, HIGH); // включает светодиод delay(1000); // ждет
секунду
digitalWrite(ledPin, LOW); // выключает светодиод delay(1000); // ждет
секунду
}
```

Примечание
Аналоговые входы (analog pins) могут быть использованы как цифровые вход/выходы (digital pins). Обращение к ним идет по номерам от 14 (для аналогового входа 0) до 19 (для аналогового входа 5).

Функция analogRead()
Функция считывает значение с указанного аналогового входа.

Большинство плат Arduino имеют 6 каналов (8 каналов у платы Mini и Nano, 16 у Mega) с 10-битным аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Напряжение, поданное на аналоговый вход, обычно от 0 до 5 Вольт будет преобразовано в значение от 0 до 1023, это 1024 шага с разрешением 0.0049 Вольт.
Разброс напряжения и шаг можно изменить функцией analogReference().
Считывание значения с аналогового входа занимает примерно 100 микросекунд (0.0001 сек), т.е. максимальная частота считывания приблизительно 10,000 раз в секунду.

Синтаксис
analogRead(pin)

Параметры
pin: номер порта аналогового входа, с которого будет производиться считывание (0..5 для большинства плат, 0..7 для Mini и Nano и 0..15 для Mega).

Возвращаемое значение int (0 to 1023)

Замечание
Если аналоговый вход не подключен, то значения, возвращаемые функцией analogRead(), могут принимать случайные значения.

Пример
int analogPin = 3; // номер порта, к которому подключен потенциометр
int val = 0; // переменная для хранения считываемого значения void setup()
{
Serial.begin(9600); // установка связи по serial
}
void loop()
{
val = analogRead(analogPin); // считываем значение Serial.println(val); // выводим полученное значение }

Функция analogWrite()

Описание
Выдает аналоговую величину (ШИМ-волну) на порт вход/вы- хода. Функция может быть полезна для управления яркостью подключенного светодиода или скоростью электродвигателя. После вызова

analogWrite() на выходе будет генерироваться постоянная прямоугольная волна с заданной шириной импульса до следующего вызова analogWrite (или вызова digitalWrite или digitalRead на том же порту вход/выхода). Частота ШИМ-сигнала приблизительно 490 Hz.

На большинстве плат Arduino (на базе микроконтроллера ATmega168 или ATmega328) ШИМ поддерживают порты 3, 5, 6, 9, 10 и 11, на плате Arduino Mega — порты со 2 по 13. На более ранних версиях плат Arduino analogWrite() работал только на портах 9, 10 и 11.

Для вызова analogWrite() нет необходимости устанавливать тип вход/выхода функцией pinMode().

Функция analogWrite никак не связана с аналоговыми входами и с функцией analogRead.

Синтаксис

analogWrite(pin, value)

Параметры

- pin: порт вход/выхода, на который подаем ШИМ-сигнал.
- value: период рабочего цикла — значение между 0 (полностью выключено) и 255 (сигнал подан постоянно).

Возвращаемое значение: нет.

Замечание

Период ШИМ-сигнала на портах вход/выхода 5 и 6 будет несколько длиннее. Это связано с тем, что таймер для данных выходов также задействован функциями millis() и delay(). Данный эффект более заметен при установке коротких периодов ШИМ-сигнала (0-10).

Пример

Задание яркости светодиода пропорционально значению, снимаемому с потенциометра.

```
int ledPin = 9; // светодиод подключен к выходу 9
int analogPin = 3; // потенциометр подключен к выходу 3
int val = 0; // переменная для хранения значения void setup()
{
pinMode(ledPin, OUTPUT); // установка порта на выход
}
void loop()
{
val = analogRead(analogPin); // считываем значение с порта, подключенного к потенциометру
analogWrite(ledPin, val / 4); // analogRead возвращает значения от 0 до 1023, analogWrite должно быть в диапазоне от 0 до 255 }
```

Функция digitalWrite()

Описание

Подает HIGH или LOW значение на цифровой вход/выход (pin).

Если вход/выход (pin) был установлен в режим выход (OUTPUT) функцией pinMode(), то для значения HIGH напряжение на соответствующем вход/выходе (pin) будет 5В (3.3В для 3.3V плат) и 0 В (земля) для LOW.

Если вход/выход (pin) был установлен в режим вход (INPUT), то функция digitalWrite со значением HIGH будет активировать внутренний 20K нагрузочный резистор. Подача LOW, в свою очередь, отключает этот резистор. Нагрузочного резистора достаточно, чтобы светодиод, подключенный к входу, светил тускло. Если вдруг светодиод работает,

но очень тускло, возможно, необходимо установить режим выход (OUTPUT) функцией pinMode().

Замечание
Вход/выход 13 сложнее использовать как цифровой вход, т.к. он имеет встроенный в плату резистор и светодиод.

Если вы активируете еще внутренний нагрузочный резистор 20K, то напряжение на этом входе будет около 1.7В вместо ожидаемых 5В, т.к. светодиод и добавочный резистор снижают напряжение, т.е. вы всегда будете получать LOW. Если же вам все же необходимо использовать 13 вход/выход, то используйте внешний нагрузочный резистор.

Синтаксис
digitalWrite(pin, value)

Параметры
- pin: номер вход/выходафт).
- value: значение HIGH или LOW.

Возвращаемое значение: нет.

Пример
```
int ledPin = 13; // светодиод, подключенный к вход/выходу 13 void setup()
{
pinMode(ledPin, OUTPUT); // устанавливает режим работы
- выход

}
void loop()
{
digitalWrite(ledPin, HIGH); // включает светодиод delay(1000); // ждет
секунду
digitalWrite(ledPin, LOW); // выключает светодиод delay(1000); // ждет
секунду
}
```

Примечание
Аналоговые входы (analog pins) могут быть использованы как цифровые вход/выходы (digital pins). Обращение к ним идет по номерам от 14 (для аналогового входа 0) до 19 (для аналогового входа 5).

Приведем пример программы изменения яркости светодиода. Простой пример управления яркостью светодиода с помощью функции

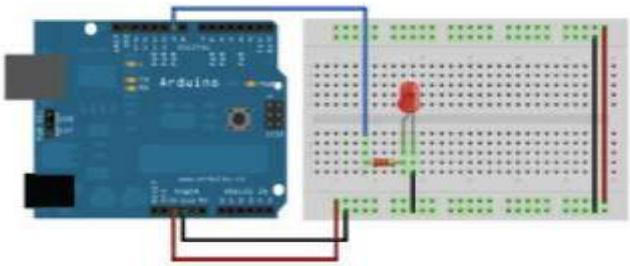
analogWrite(). AnalogWrite() использует широтно-импульсную модуляцию (ШИМ). Эффект изменения яркости достигается за счет очень быстрого повторяющегося переключения напряжения на выходе с 0В на +5В (для некоторых плат стандартное напряжение +3.3В).

Необходимые компоненты:

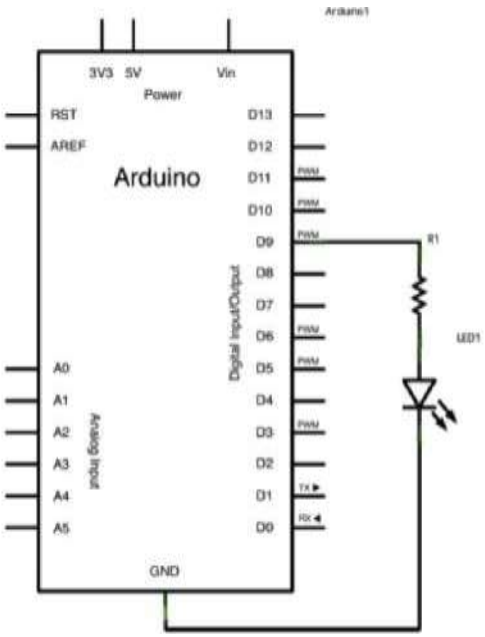
- Контроллер Arduino.
- Макетная плата.
- Светодиод.
- Резистор 220 Ом.

Подключение

Подключаем анод (обычно длинная ножка) светодиода через резистор сопротивлением 220 Ом к выходу номер 9 (pin 9). Катод (короткая ножка) подсоединяем напрямую к земле (Grd).



Схема



Код

В секции setup() кода устанавливаем режим выхода для вход/ выхода 9 (pin 9).

Функция analogWrite(), которая циклически вызывается в теле скетча, принимает два аргумента: номер выхода и значение ширины импульса ШИМ в диапазоне от 0 до 255.

Для управления яркостью светодиода, его плавного зажигания

и плавного затухания мы будем изменять значение ширины импульса, передаваемого в функцию analogWrite(). При значении 0 светодиод

выключен, при 255 светодиод светит на полную яркость. В приведенном ниже скетче ширина импульса задается переменной brightness. Шаг изменения этого значения задан переменной fadeAmount.

Для плавного изменения яркости мы вводим задержку в конце главного цикла (тела) скетча — delay(30).

```
/*
```

Пример управления яркостью светодиода на выходе 9 контроллера Arduino функцией analogWrite().

```
*/
int brightness = 0; // устанавливаем начальное значение яркости
int fadeAmount = 5; // шаг приращения/убывания яркости void setup() {
// устанавливаем пин 9 в режим выхода pinMode(9, OUTPUT);
}
void loop() {
// устанавливаем значение широты импульса на выходе 9
// задавая яркость светодиода
analogWrite(9, brightness);
// изменяем значение в переменной для яркости brightness = brightness +
fadeAmount;
// при достижении крайних значений для яркости
// меняем знак переменной шага приращения/убывания яркости
if (brightness == 0 || brightness == 255) { fadeAmount = -fadeAmount ;
}
// делаем паузу для достижения плавного наращивания/убыва- ния
яркости
delay(30);
}
```

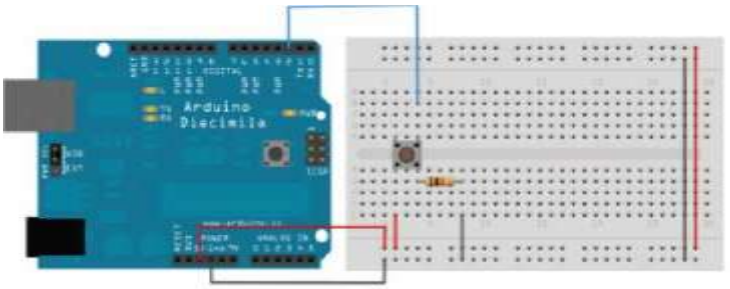
Теперь попробуем включать и выключать светодиод при помощи кнопки.

В этом примере мы рассмотрим подключение кнопки к контроллеру Arduino. При нажатии кнопки мы будем зажигать встроенный светодиод. Большинство плат Arduino имеют встроенный SMT-светодиод, подключенный к выходу 13 (pin 13).

Необходимые компоненты:

- Контроллер Arduino.
- Тактовая кнопка.
- 10кОм резистор.
- Контактная макетная плата.
- Соединительные провода.

Подключение



Подключаем выход питания (5В) и землю (Grd) красным и черным проводом соответственно к макетной плате. Обычно на макетных платах для питания и земли используют крайние ряды контактов, как показано на рисунке. Третьим синим проводом мы присоединяем цифровой пин №2 контроллера Arduino к контакту тактовой кнопки. К этому же контакту, либо к контакту, постоянно соединенному с ней в 4-штырковом исполнении, подключаем подтягивающий резистор 10 кОм, который, в свою очередь, соединяем с землей. Другой выход кнопки соединяем с питанием 5В.

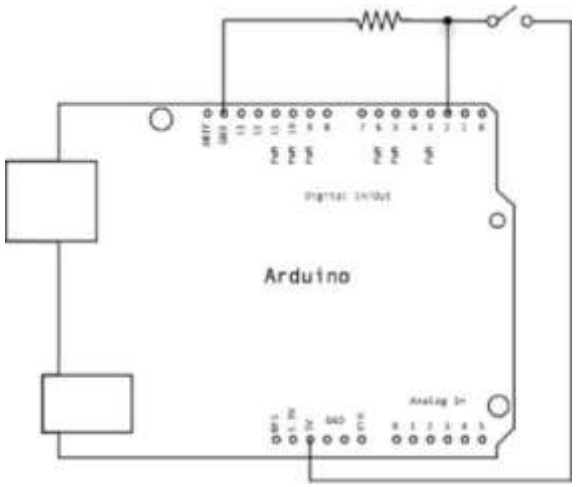
Когда тактовая кнопка не нажата, выход 2 подключен только к земле через подтягивающий резистор и на этом входе будет считываться LOW. А когда кнопка нажата, появляется контакт между входом 2 и питанием 5В и считываться будет HIGH.

Замечание

Чаще всего тактовые кнопки имеют по два контакта с каждой стороны так, как это показано на рисунке Подключение. При этом по форме кнопка почти квадратная. ВАЖНО не перепутать при подключении, какие контакты соединены, а какие замыкаются при нажатии. Лучше всего прозвонить кнопку, если не уверены.

Можно также подключить кнопку наоборот — через подтягивающий резистор к питанию и через кнопку к земле. Тогда с входа будет считываться HIGH, а при нажатии кнопки — LOW. Если вход оставить неподключенным, то на входе будет считываться HIGH или LOW случайным образом. Именно поэтому мы используем подтягивающий резистор, чтобы задать определенное значение при ненажатой кнопке.

Схема



Кнопка

```
// задаем константы
const int buttonPin = 2; // номер входа, подключенный к кнопке
const int ledPin = 13; // номер выхода светодиода
// переменные
int buttonState = 0; // переменная для хранения состояния кнопки
void setup() {

// инициализируем пин, подключенный к светодиоду, как выход
pinMode(ledPin, OUTPUT);
// инициализируем пин, подключенный к кнопке, как вход
pinMode(buttonPin, INPUT);
}
void loop(){
// считываем значения с входа кнопки buttonState =
digitalRead(buttonPin);
// проверяем, нажата ли кнопка
// если нажата, то buttonState будет HIGH:
if (buttonState == HIGH) {
// включаем светодиод
digitalWrite(ledPin, HIGH);
}
else {
// выключаем светодиод
digitalWrite(ledPin, LOW);
}
```

}

Руководство для обучающегося

Цель: собрать автоматическую систему управления световыми сигналами на плате Arduino.

Как это сделать
Классический пример системы автономного управления световыми сигналами — это светофор. Светофоры встречаются в обычной жизни каждый день. Сегодня мы поймем принцип их работы и сделаем свой управляемый перекрёсток с помощью платформы Arduino.

Экскурс в историю
Первый светофор был установлен 10 декабря 1868 года в Лондоне возле здания Британского парламента. Его изобретатель — Джон Пик Найт — был специалистом по железнодорожным семафорам. Светофор управлялся вручную и имел две семафорные стрелки: поднятые горизонтально означали сигнал «стоп», а опущенные под углом в 45° — движение с осторожностью. В тёмное время суток использовался вращающийся газовый фонарь, с помощью которого подавались соответственно сигналы красного и зелёного цвета. Светофор использовался для облегчения перехода пешеходов через улицу, а его сигналы предназначались для транспортных средств — пока пешеходы идут, транспортные средства должны стоять. 2 января 1869 года газовый фонарь светофора взорвался, ранив управлявшего светофором полицейского. Первая автоматическая система светофоров (способная к переключению без непосредственного участия человека) была разработана и запатентована в 1910 году Эрнстом Сиррином из Чикаго. Его светофор использовал неподсвеченные надписи Stop и Proceed.

Изобретателем первого электрического светофора считается Лестер Вайр из Солт-Лейк-Сити (штат Юта, США). В 1912 году он разработал (но не запатентовал) светофор с двумя круглыми электрическими сигналами (красного и зелёного цвета). 5 августа 1914 года в Кливленде Американская светофорная компания установила на перекрёстке 105-й улицы и авеню Эвклида четыре электрических светофора конструкции Джеймса Хога. Они имели красный и зелёный сигнал и, переключаясь, издавали звуковой сигнал. Система управлялась полицейским, сидящим в стеклянной будке на перекрёстке. Светофоры задавали правила движения, аналогичные принятым в настоящее время в США: поворот направо осуществлялся в любое время при отсутствии помех, а

поворот налево — на зелёный сигнал вокруг центра перекрёстка.

В 1920 году трёхцветные светофоры с использованием жёлтого сигнала были установлены в Детройте и Нью-Йорке. Авторами изобретений были соответственно Уильям Поттс (англ. William Potts) и Джон Ф. Харрис (англ. John F. Harriss).
В Европе аналогичные светофоры были впервые установлены в 1922 году в Париже на пересечении Рю де Риволи (фр. Rue de Rivoli) и Севастопольского бульвара (фр. Boulevard de Sebastopol) и в Гамбурге на площади Штефансплатц (нем. Stephansplatz). В Англии — в 1927 году в городе Вулвергемптоне (англ. Wolverhampton).

В СССР первый светофор установили 15 января 1930 года в Ленинграде на пересечении проспектов 25 Октября и Володарского (ныне Невского и Литейного проспектов). А первый светофор в Москве появился 30 декабря того же года на углу улиц Петровка и Кузнецкий Мост. До 1959 года красный и зелёный цвета были на местах, противоположных нынешним, затем СССР присоединился к Международной конвенции о дорожном движении и к Протоколу о дорожных знаках и сигналах. Несколько ранее произошла замена первоначального верхнего синего на верхний зелёный.

В связи с историей светофора часто упоминают имя американского изобретателя Гаррета Моргана, запатентовавшего в 1923 году светофор оригинальной конструкции. Однако в историю он вошёл тем, что впервые в мире в патенте кроме технической конструкции указал назначение: «Назначение устройства — сделать очерёдность проезда перекрёстка независимой от персоны, сидящей в автомобиле».
В середине 1990-х были изобретены зелёные светодиоды с достаточной яркостью и чистотой цвета и начались эксперименты со светодиодными светофорами. Саров стал первым городом, в котором светодиодные светофоры стали применяться массово.

Старт

Изобразите наилучший вариант функционирования перекрёстка, с вашей точки зрения?

В чем сложность управления двумя светофорами одновременно?_____
_____
_____
_____
_____

Создание на базе Arduino двух светофоров для перекрестка дороги

Светодиод — это полупроводниковый прибор, преобразующий электрический ток непосредственно в световое излучение. Цветовые характеристики светодиодов зависят от
химического состава использованного в нем полупроводника. Светодиод излучает в узкой части спектра. В нашем проекте создания светофора Arduino мы будем использовать светодиоды трех цветов (зеленый, желтый, красный), соответствующих трем цветам светофора. Светодиоды поляризованы, имеют значение, в каком направлении подключать их. Положительный вывод светодиода (более длинный) называется анодом, отрицательный называется катодом. Как и все диоды, светодиоды позволяют току течь только в одном направлении — от анода к катоду. Поскольку ток протекает от положительного к отрицательному, анод светодиода должен быть подключен к цифровому сигналу 5В, а катод должен быть подключен к земле.
Мы будем подключать светодиоды первого светофора к цифровым выводам D7, D8, D9, а светодиоды второго светофора — к цифровым выводам D10, D11, D12 платы Arduino. Светодиоды должны быть всегда соединены последовательно с резистором, который выступает в качестве ограничителя тока. Чем больше значение резистора, тем больше он ограничивает ток.
В этом эксперименте мы используем резистор номиналом 220 Ом.

Собираем схему, представленную на рисунке 1.

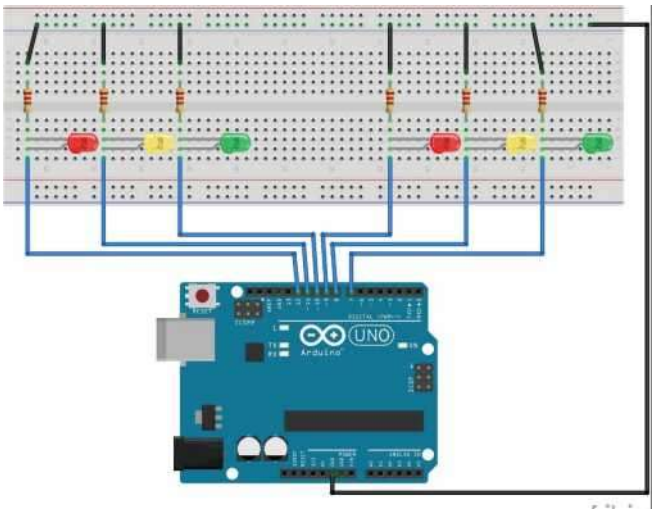


Рисунок 1. Схема соединений светодиодов

Теперь приступим к написанию скетча.
В первой части урока напишем скетч работы одного светофора.

Мы знаем, что светофор работает следующим образом: некоторое время горит зеленый свет (зеленый светодиод), затем мигает желтый при горящем зеленом, затем горит красный, затем мигает желтый при горящем красном и далее по кругу. Время (в миллисекундах) горения зеленого, желтого и красного светодиодов и частоту мигания желтого светодиода занесем в константы:
#define TIME_GREEN 10000
#define TIME_RED 10000
#define TIME_YELLOW 3000
#define TIME_BLINK 300

Занесем в константы и выводы подключения светофора (в этом примере мы рассматриваем один светофор):
#define PIN_GREEN1 7
#define PIN _RED 9
#define PIN_YELLOW 8

Создадим и переменную blinkyellow (типа boolean), которую будем использовать для организации мигания желтого светодиода (blinkyellow=true - светодиод «горит», blinkyellow=false - светодиод «погашен»). Как вы уже знаете, цифровые выводы Arduino могут работать как входы и как выходы. Режим работы цифрового вывода устанавливается командой pinMode(). В процедуре setup() настроим все выводы Arduino, к которым подключены светодиоды, как выводы и подадим на них значение LOW (т.е. светодиоды выключим).
// настроить выводы Arduino как выходы pinMode(PIN_GREEN1, OUTPUT);
pinMode(PIN_YELLOW1, OUTPUT); pinMode(PIN_RED1, OUTPUT);
// и потушить все светодиоды digitalWrite(PIN_GREEN1, LOW);
digitalWrite(PIN_YELLOW1, LOW);
digitalWrite(PIN_RED1, LOW);

В процедуре loop() запустим работу светофора. Длительность горения красного и зеленого светодиодов и мигания желтого устанавливаем функцией delay().

Для мигания желтого светодиода будем использовать цикл for длительностью TIME_YELLOW с шагом TIME_BLINK. Командой

blinkyellow= !blinkyellow мы будем изменять значение переменной blinkyellow на противоположное и изменять состояние желтого светодиода.

```
for(int i=0;i<TIME YELLOW;i=i+TIME BLINK)
{
if(blinkyellow==true)
digitalWrite(PIN_YELLOW1, HIGH); // включить желтый else
digitalWrite(PIN_YELLOW1, LOW); // выключить желтый
delay(TIME_BLINK);
blinkyellow=!blinkyellow;
}
```

Создадим в Arduino IDE новый скетч, занесем в него код из листинга 1 и загрузим скетч на плату Arduino. Напоминаем, что в настройках Arduino IDE необходимо выбрать тип платы (Arduino UNO) и порт подключения платы.

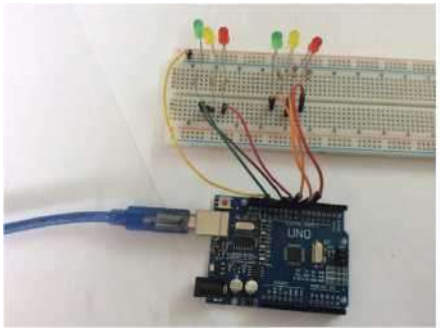
Листинг 1

```
// Выводы Arduino для подключения светодиодов
#define PIN GREEN1 7
#define PIN YELLOW1 8
#define PIN_RED1 9
// время горения светодиодов в мс
// зеленый
#define TIME_GREEN 5000
// красный
#define TIME_RED 5000
// желтый
#define TIME_YELLOW 3000
// период мигания желтого
#define TIME_BLINK 300
// переменная blink для чередования мигания желтого boolean
blinkyellow=true;
void setup()
{
// настроить выводы Arduino как выходы pinMode(PIN_GREEN1,
OUTPUT);
pinMode(PIN_YELLOW1, OUTPUT); pinMode(PIN_RED1, OUTPUT);
// и потушить все светодиоды digitalWrite(PIN_GREEN1, LOW);
digitalWrite(PIN_YELLOW1, LOW);
```

```
digitalWrite(PIN_RED1, LOW);
}
// the loop function runs over and over again forever void loop()
{
// зеленый
digitalWrite(PIN_GREEN1, HIGH);
delay(TIME_GREEN);
blinkyellow=true;
// желтый - мигание
for(int i=0;i<TIME_YELLOW;i=i+TIME_BLINK)
{
if(blinkyellow==true)
digitalWrite(PIN_YELLOW1, HIGH); // включить желтый else
digitalWrite(PIN_YELLOW1, LOW); // выключить желтый
delay(TIME_BLINK);
blinkyellow=!blinkyellow;
}
digitalWrite(PIN_GREEN1,LOW); // выключить зеленый
digitalWrite(PIN_YELLOW1, LOW); // выключить желтый // красный
digitalWrite(PIN_RED1, HIGH);
delay(TIME_GREEN);
blinkyellow=true;
// желтый - мигание
for(int i=0;i<TIME_YELLOW;i=i+TIME_BLINK)
{
if(blinkyellow==true)
digitaLWrite(PIN_YELLOW1, HIGH); // включить желтый else
digitalWrite(PIN_YELLOW1, LOW); // выключить желтый
delay(TIME_BLINK);
blinkyellow=!blinkyellow;
}
digitalWrite(PIN_RED1,LOW); // выключить красный
digitalWrite(PIN_YELLOW1, LOw);// выключить желтый }
```

После загрузки наблюдаем работу нашего светофора (см. рисунок 2, 3, 4).

Изменяя значения констант TIME_GREEN , TIME_RED , TIME_ YELLOW, мы изменяем время горения каждого светодиода, константой TIME_BLINK мы регулируем период мигания желтого светодиода.



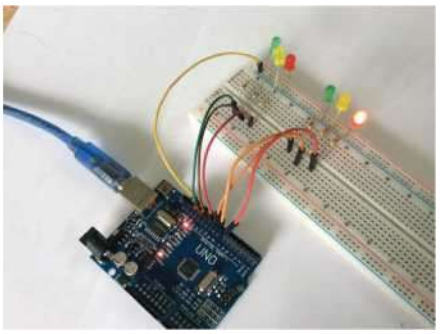


Рисунок 2, 3. Работа двух светофоров на макетной плате

Доработка конструкций

Проанализируйте результаты. Сделайте выводы. При необходимости внесите изменения в работу перекрёстка. Возможны как конструктивные изменения, так и изменения в настройках.

Обсуждение

Что вы узнали на занятии?

Что вы еще можете изменить в своем проекте, чтобы улучшить работу перекрёстка?

Лабораторно-практическая работа 3. Ультразвуковой дальномер

Обоснование необходимости работы
Научить создавать систему для измерения расстояний на основе ультразвукового датчика.

Категория работы: вводный модуль.

Место ЛПР в структуре модуля:
знакомство с методами измерения расстояний, введение в технологии эхолокации и их применение на БПЛА.

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитана ЛПР:
2,5 часа

Занятие 1. Измерение расстояния
Цель: создать прототип устройства, измеряющего расстояние. **Что делаем:** собираем прибор для измерения расстояния на основе ультразвукового датчика.
Компетенции: узнать о микроконтроллерах, познакомиться с их программированием. Собрать реально работающий прототип, работая в команде.
Кол-во часов: 2,5 часа.

Метод работы:
лабораторно-практическая работа, конструирование.

Минимально необходимый уровень входных компетенций:
знания о микроконтроллерах, их применении и принципе действия.

Предполагаемые образовательные результаты обучающихся

Артефакты — собранная и функционирующая автономная система измерения расстояния.

Универсальные:
• командная работа.

Формируемые навыки

Предметные:
• понятие о микроконтроллерах;
• • основы программирования;
• • понятие о датчиках расстояний;
• • умение собрать реально работающий прототип.

Процедуры и формы выявления образовательного результата:
• • Демонстрация работ обучающихся.
• • Обсуждение результатов и путей улучшения с обучающимися.

Необходимые расходные материалы и оборудование:

УМК «Клевер» с набором для автономного полёта (стандартная комплектация).

Как это сделать

Начните с анализа материалов. Необходимо понять, для чего используют датчики на основе ультразвукового сонара или ИК-дальномер, какой у них принцип работы.

Подробнее

Не повредить только что собранный коптер — непростая задача.
Будет ли он управляться с пульта, либо автономно в какой-то момент он обязательно попытается во что-то врезаться. Этого можно избежать, хорошо пилотируя дрон, а можно подстраховаться и поставить на него систему датчиков, которые будут предупреждать о препятствиях. Или создать систему, которая корректирует полет квадрокоптера, когда он приближается к препятствиям.

Скорость человеческой реакции в среднем равна 200 мс, реакция же электронной системы, основанной на ультразвуковых датчиках, составит 40 мс. Она реагирует на препятствие в 5 раз быстрее вас, а значит, возрастет и максимальная скорость. Да и в узких помещениях коптер сможет летать, не боясь врезаться в стены, а подъем по лестнице станет простой задачей.

Чтобы собрать такую систему, нам нужны:

- датчики, которые оценят расстояние до препятствия, направленные во все стороны;
- программа, которая обработает информацию с датчиков, проанализирует данные и скорректирует курс.

Методы определения расстояния до препятствий

В робототехнике для измерения расстояния применяется 2 основных типа датчиков: ультразвуковой датчик и ИК-дально- мер. Оба датчика посылают сигнал (ультразвуковой или световой) в определенном направлении, а потом анализируют ответ. ИК-дальномер посылает импульс света в инфракрасном диапазоне, он отражается от препятствия и улавливается приемником. Или не отражается, когда препятствия нет. Угол падения отраженного луча показывает расстояние до объекта.

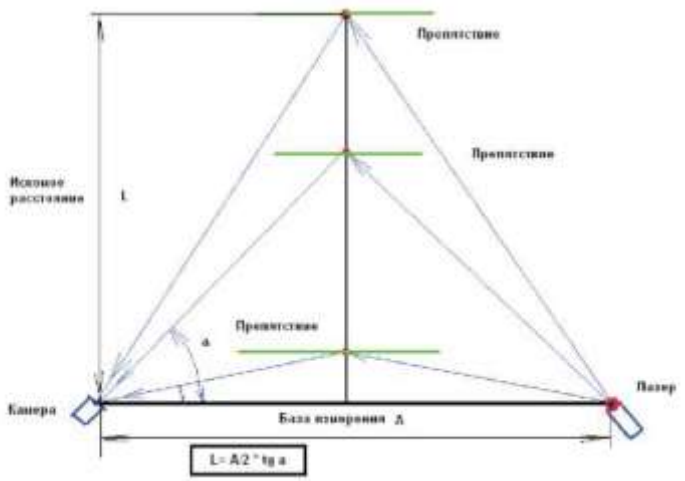


Рис. 75. Метод измерения ИК-дальномером

Расчет производится по формуле:

L=A/2*tg a, где
A — расстояние между передатчиком и приемником, постоянная величина для прибора;
a — угол, зависящий от расстояния до препятствия, определяется измерением.

В зависимости от значения тангенса угла a мы вычислим расстояние до препятствия.
Ультразвуковой сонар работает по схожему принципу, но замеряет не угол, а время прохождения сигнала. Передатчик излучает ультразвуковой импульс, который отражается от объекта и возвращается в приемник.

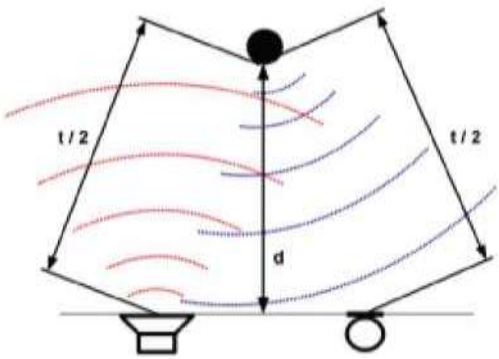


Рис. 77. Принцип работы сонара

Датчик учитывает скорость звука в среде, время прохождения сигнала от передатчика до приемника и на основании этих данных рассчитывает расстояние по формуле: d=vt/2, где
d — расстояние до препятствия;
v — скорость звука в среде;
t/2 — половина времени, за которое сигнал прошел путь от передатчика до приемника.
ИК-дальномер точнее, чем ультразвуковой датчик, но он воспринимает препятствия на меньшем расстоянии (до 1,5 метра), в то время как сонар — до 4 метров. Решение, какой датчик использовать, ложится на вас.

Принцип функционирования ультразвукового сонара и работа с ним

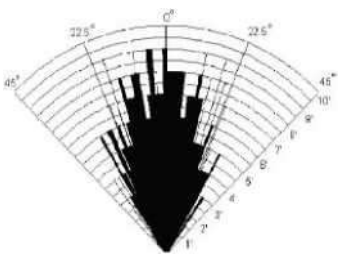
Сонар (Ultrasonic module) — датчик, позволяющий оценить расстояние до предмета при помощи ультразвукового импульса.

Рис. 76. Внешний вид датчика

Принцип работы ультразвуковых сонаров мы уже рассмотрели. Теперь о практическом использовании.

Импульсы посылаются последовательно, после получения эха от предыдущего сигнала. Рекомендованный период между импульсами сонара составляет 50 мс. Если эхо сигнала еще не получено приемником, сонар считает, что препятствия нет.

Стандартные сонары хорошо работают на расстоянии от 2 см до 4 метров. Сонар «видит» небольшую область в 30 градусов по направлению приемника и передатчика. Поэтому даже 4 сонара, каждый направленный в свою сторону, имеют «слепые» зоны.



Practical test of performance.
Best In 30 degree angle

Рис 78. Диаграмма направленности сонара HC-SR04

Подключение сонара

Для подключения сонара в макетную плату используется 4-пи- новое соединение. 2 контакта для питания: напряжение (5В, Vcc), земля (GRND) и 2 сигнальных контакта: Trig, Echo.

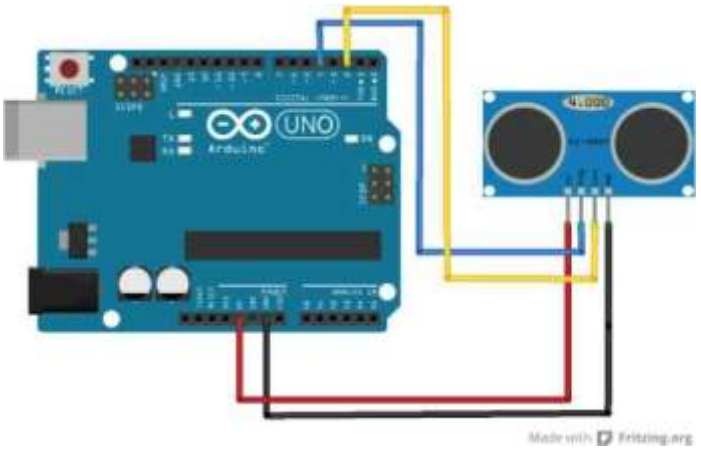


Рис. 79. Схема подключения сонара на примере Arduino Uno

Разъем Vcc (5В) датчика подключаем красным проводом к разъему 5V Arduino.

Разъем GRND датчика черным проводом к любому из разъемов GRND Arduino.
Разъемы Trig и Echo подключаем к двум незанятым пинам Arduino, в нашем случае Trig — к 4, а Echo — ко 2-му синим и желтым проводом соответственно.

Цвет проводов никак не влияет на их свойства, но это правила хорошего тона — подключать питание красным проводом, а землю — черным. Чтобы кто-то, кроме вас, смог разобраться в этой схеме.

После того как сонар подключен к Arduino, напишем программу, которая будет его опрашивать. Для начала подключим библиотеку нашего сонара, выбрав в меню Sketch ->Import library ->Add library

Напишем код
1 #include «Ultrasonic.h»
2 Ultrasonic us_1(4, 2); //указываем пины arduino, в которые подключили наш сонар. Trig - первым, Echo - вторым
3 Void setup()
4 {
5 Serial.begin(9600);// запускаем serial port.
6 }
7 Void loop()
8 {

```
9 Float d_1 = us_1.Ranging(CM);// получаем расстояние с сонара
10 Serial.print (d_1);
11 Serial.print(«cm»);// выводим полученную дистанцию
12 }
```

После выполнения на экране появится что-то вроде:

20.00 cm
18.00 cm
21.00 cm
259.00 cm

Наш сонар работает и выдает нам данные. Теперь на основании данных с него мы можем давать команды коптеру замедлиться, остановиться, менять курс в зависимости от расстояния до препятствия.

Брать сигналы с датчика в чистом виде не стоит. У любого датчика бывают погрешности, сбои. Лучше всего пользоваться какой-либо методикой усреднения результатов, например при помощи скользящего среднего или медианы.

Вопросы для обсуждения с обучающимися:

1. Что будет, если проводить эксперимент на улице?
2. Что будет, если неправильно подключить датчики?
3. Что будет, если допустить ошибку во время программирования?
4. Что будет, если один из датчиков сломается?
5. Что будет, если во время эксперимента задеть датчик?
6. Что будет, если работают несколько моделей ИК и ультраз-

вуковых датчиков?
7. Что будет, если перед сонаром возникнет преграда из стекла?
8. Что будет, если во время эксперимента прервать питание?
9. Что будет, если два сонара направить друг против друга?
10. Что будет, если использовать другие источники питания?

Руководство для педагогов

Обзор занятия

Основные понятия:
Сонар (Ultrasonic module) — датчик, позволяющий оценить расстояние до предмета при помощи ультразвукового импульса.
ИК-дальномер — устройство, предназначенное для определения расстояния от наблюдателя до объекта.

Ход работы:
- Изучение теории и методики сборки.
- Сборка и настройка сонара.
- Тестирование.
- Отладка кода.
- Модификация.
- Подведение итогов.

Время: 2,5 часа.

Демонстрации

Можно показать видео, как коптеры врезаются в препятствия и разбиваются, и обсудить с детьми, как этого избежать.
После сборки и тестирования сонара посмотрите и обсудите вместе с обучающимися показатели увеличения или уменьшения расстояния от работающего сонара.

Цель: научить устанавливать и настраивать ультразвуковой сонар.

В ходе данной лабораторно-практической работы ученики должны научиться конструировать модели с использованием ультразвукового сонара и ИК-дальномера и отвечать на вопросы:
- Каков принцип работы ИК-дальномера и ультразвукового сонара?
- Как установить и настроить ультразвуковые и ИК-датчики?

Материалы:

- Arduino.
- Ультразвуковой сонар.

Советы:

1. Начните с анализа материалов. Какой принцип работы и функциональность у ультразвукового сонара и ИК-датчика?
2. Следите за процессом сборки, помогая обучающимся.
3. После сборки разберите, чей сонар работает лучше, почему.
4. Модернизируйте собранные модели на основании данных, полученных в ходе эксперимента.

Руководство для обучающегося

Цель: научиться подключать и настраивать датчики на основе ультразвукового сонара и ИК-дальномера.

Старт

Для чего используются ультразвуковой сонар и ИК-дально- мер?

Изобразите схему подключения ультразвукового сонара или ИК-дальномера к Arduino:

Сборка

- Подключите сонар к Arduino, пользуясь схемой.
- После сборки запрограммируйте сонар на корректную работу.

Доработка конструкций

Проанализируйте результаты. Сделайте выводы. При необходимости внесите изменения в конструкцию, настройки или программный код.

Обсуждение

Что вы узнали на занятии?

Что вы еще можете изменить в своей конструкции, чтобы квадрокоптером было удобнее управлять?

Возможные мастер-классы

Мастер-класс №1 Дрон-гольф

Тема: пилотирование квадрокоптера, соревнования пилотов.

Продолжительность: 60-90 мин (при необходимости можно увеличить/уменьшить).

Целевая аудитория: дети 12-16 лет, их родители и педагоги.

Цели и задачи получение артефакта, формирование навыков, освоение технологии или инструмента обучения.

Требования к входным компетенциям участников: внимательность, аккуратность, способность к концентрации, понятие об ответственности.

Краткое описание: в ходе проведения мастер-класса участники узнают о базовых принципах управления квадрокоптером, летают на симуляторе (не обязательно), пробуют летать в зоне полётов под присмотром преподавателя и соревнуются в игре в дрон-гольф.

Дрон-гольф — игра, при которой участники стараются закатить надувной шар в лежащий обруч или кольцо, нарисованное на земле. Для проведения игры необходимы зона полётов с ровной поверхностью, надутые шарики, слегка наполненные водой для удержания на земле, и обруч. Пилоты, подлетая с нужной стороны от шара, потоками воздуха от пропеллеров подталкивают шар, чтобы закатить его в кольцо на земле.

План проведения/алгоритм действий:

1. Вводная часть — соревнования на дронах в мире — знакомство и видео.
2. Изучение системы управления квадрокоптером.
3. Полёты на симуляторе.
4. Инструктаж по технике безопасности.
5. Пилотирование коптера.
6. Игра в дрон-гольф.

Необходимое оборудование и расходные материалы (для проведения МК):

- Компьютер учителя + проектор/плазма.
- Полётный симулятор.
- УМК «Клевер-2» в необходимом количестве.
- Удлинитель (сетевой фильтр) для зарядки аккумуляторов.
- Зона для полётов с ровной поверхностью, ограниченная лентой, барьерами либо естественным образом.
- Для игры в дрон-гольф — обруч, надувные мячи или шары, вода для наполнения шаров.

Результат: формируемые компетенции

- Умение безопасно пилотировать коптер.
- Умение проигрывать.
- Освоение технологий управления дронами.

Мастер-класс №2. Полёт от первого лица

Тема: пилотирование квадрокоптера с использованием системы полёта с видом от первого лица— FPV-очков и бортового FPV-оборудования (FPV — First Person View — вид от первого лица).

Продолжительность: 40-60 мин (при необходимости можно увеличить/уменьшить).

Целевая аудитория: дети 12-16 лет, их родители и педагоги.

Цели и задачи: освоение нового способа пилотирования БПЛА без визуального контакта с ним. Знакомство с технологиями беспроводной передачи видеосигнала.

Требования к входным компетенциям участников: базовые навыки пилотирования квадрокоптера, внимательность, аккуратность, способность к концентрации, понятие об ответственности.

Краткое описание: в ходе проведения мастер-класса участ-

ники узнают о способе пилотирования с помощью FPV-очков, летают на симуляторе (не обязательно), пилотируют квадрокоптер в зоне полётов, используя FPV-очки и ориентируясь по ним.

План проведения/алгоритм действий:

- Вводная часть — гонки на дронах в мире. Введение в FPV-пилотирование и видео Drone Racing.
- Изучение системы передачи видео по воздуху.
- Полёты на симуляторе.
- Инструктаж по технике безопасности.
- Проверка навыков визуального пилотирования участников.
- Пилотирование квадрокоптера с FPV-системой по трассе.
- Соревнование на чистоту прохождения трассы.

Необходимое оборудование и расходные материалы (для проведения МК):

- Компьютер учителя + проектор/плазма.
- УМК «Клевер-2» в необходимом количестве.
- Набор для FPV-пилотирования.
- Полётный симулятор.
- Удлинитель (сетевой фильтр) для зарядки аккумуляторов.
- Зона для полётов, ограниченная лентой, барьерами либо естественным образом.
- Маркеры для гонок дронов — ворота и поворотные столбы.

Результат: формируемые компетенции

- Умение безопасно пилотировать коптер с FPV-системой.
- Освоение новых технологий управления дронами.
- Умение проигрывать и побеждать.

Мастер-класс №3

Построй свой квадрокоптер

Тема: современные беспилотные летательные аппараты и их применение. Сборка и запуск своего квадрокоптера.

Продолжительность: 40-60 мин (при необходимости можно

увеличить/уменьшить).

Целевая аудитория: дети 12-16 лет, их родители и педагоги.

Цели и задачи: создание своими руками беспилотного летательного аппарата, знакомство с основами управления квадрокоптером, освоение современных технологий, используемых в беспилотных летательных аппаратах.

Требования к входным компетенциям участников: нет

Краткое описание: Мастер-класс состоит из трёх частей. В первой, вводной, части участники узнают о том какие беспилотники используются сейчас в гражданском и военном сегнемнте, для чего они применяются, каковы тенденции применения современных БПЛА. Вторая, основная, часть — это сборка БПЛА. В третьей, заключительной, части участники пробуют под присмотром педагога пилотировать собранный БПЛА.

Необходимо подготовить к мастер-классу наборы квадрокоптеров, предсобранные и преднастроенные до состояния, подходящего для планируемой продолжительности мастер-класса и возраста участников.

План проведения мастер-класса:
- Интерактивная лекция, разбор примеров применения БПЛА.
- Сборка БПЛА из предсобранного конструктора.
- Техника безопасности.
- Пилотирование собранного беспилотника.

Необходимое оборудование и расходные материалы (для проведения МК):
- Компьютер учителя + проектор/плазма.
- УМК «Клевер-2» в необходимом количестве.
- Удлинитель (сетевой фильтр) для зарядки аккумуляторов.
- Столы и стулья из расчёта один стол на троих обучающихся.
- Зона для полётов, ограниченная лентой, барьерами либо естественным образом.

Результат: собранный и летающий квадрокоптер.

Формируемые компетенции/осваиваемые технологии:
- Знания об основных направлениях развития беспилотной авиации.

- Умение своими руками собирать квадрокоптер.
- Базовые навыки конструирования и управления БПЛА.
- Навыки пилотирования БПЛА.

Источники информации

Для преподавателей

Литература, периодические издания и методические материалы

Название	Тип
Гурьянов А. Е. Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана.	Электрон. журн. 2014. №8. Режим доступа: http://engbul.bmstu.ru/doc/723331.html
Понфиленок О.В., Шлыков А.И., Коригодский А.А. «Клевер. Конструирование и программирование квадрокоптеров». Москва, 2016.	Учебник
Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Рига, 2010.	Режим доступа: http://www.reaa.ru/yabbfilesB/Attachments/Osnovy_ajerodtnamiki_Riga.pdf

Дистанционные и очные курсы для профессионального развития, МООС, видео, вебинары, онлайн-мастерские и т.д.

Название	Ссылка	Тип
Программирование на Phyton	https://stepik.org/course/Программирование-на-Py^оп-67/	видеокурсы
Курс «Основы программирования и проектирования автономных беспилотников»	http://www.copterexpress.ru/	очные курсы
Программрование на С++	https://stepik.org/course/Введение-в-программирование-(C++)-363/	видеокурсы

Введение в линукс	https://stepik.org/ course/Введени- e-B-Linux-73/	видеокурсы
Цикл лекций CopterHack	https://copterexpress. timepad.ru/ event/510375/	видеолекции
Robotics: Aerial Robotics	https://www.coursera. org/learn/robotics-flight	видеокурсы

Тематические web-ресурсы: сайты, группы в социальных сетях, видеоканалы, симуляторы, цифровые лаборатории и т.д.

Название	Ссылка	Тип
Форум RCdesign	http://forum.rcdesign. ru/#kvadrokoptery-i- multirotory	форум
Портал Habrabahr	https://habrahabr.ru/	портал
Портал Geektimes	https://geektimes.ru/	портал

Для обучающихся

Литература и периодические издания

Название	Тип
https://habrahabr.ru/post/227425/	статья
https://geektimes.ru/post/258176/	статья
https://geektimes.ru/post/258186/	статья
https://habrahabr.ru/company/technoworks/ blog/216437/	статья

Ресурсы для самообразования: видеоуроки, онлайн-мастер- ские, онлайн-квесты, тесты и т.д.

Название	Ссылка	Тип
Программирование на Phyton	https://stepik.org/ course/Программиро- eaHue-Ha-Python-67/	видеокурсы
Программрование на С++	https://stepik.org/ course/Введени- е-в-программировани- е-(С++)-363/	видеокурсы
Введение в линукс	https://stepik.org/ course/Введени- e-B-Linux-73/	видеокурсы
Цикл лекций CopterHack	https://copterexpress. timepad.ru/ event/510375/	видеолекции

Web-ресурсы по направлению: тематические сайты, видеоканалы, видеоролики, игры, симуляторы, цифровые лаборатории, онлайн-конструкторы и т.д.

Название	Ссылка	Тип
Форум RCdesign	http://forum.rcdesign. ru/#kvadrokoptery-i- multirotory	форум
Портал Habrabahr	https://habrahabr.ru/	портал
Портал Geektimes	https://geektimes.ru/	портал

«Аэроквантум тулкит»

Автор: Александр Фоменко
Редакционная группа: Марина Ракова, Максим Инкин
Оформление: Николай Скирда (обложка, макет),
Алексей Воронин (верстка)

Базовая серия «Методический инструментарий наставника»

КВАНТОРИУМ

www.**roskvantorium**.ru