

---

# Наблюдение Земли из космоса

*Методический  
материал  
для учителя*

Конструктор урока НТИ по профилю  
«Анализ космических снимков и геоданных»



# Методический материал для учителя

## ВВЕДЕНИЕ

Приведённый ниже материал содержит комментарии к каждому их слайдов презентации. Презентация содержит достаточно большое количество слайдов (63) для двух уроков. Однако, значительная часть этих слайдов (*слайды 35-45 и 48-60*) представляет собой пошаговую иллюстрацию решения групповой задачи. Вы можете как демонстрировать учащимся слайды, так и показывать портал и космические снимки непосредственно на экране компьютера, переходя на соответствующие ссылки, которые содержатся на этих слайдах. Для этого необходим стабильный доступ к сети Интернет с компьютера или иного устройства, изображение с которого выводится на экран или электронную доску. Следует учесть, что демонстрация готовых слайдов иногда может быть быстрее, чем выполнение всех действий на интернет-порталах «вживую». Также она станет запасным вариантом в случае отсутствия или нестабильности подключения к сети Интернет. Рекомендуем изучить веб-сайты, доступные по ссылкам заранее, при подготовке к уроку.

### **Урок разделён на следующие основные этапы:**

1. Организационный момент (5 мин.)
2. Знакомство с космическими снимками как инструментом изучения Земли (7 мин.)
3. Короткие задачи-квесты по portalу «Яндекс Карты» («Что вы видите на космических снимках?») (1 мин.)
4. Знакомство с мультиспектральными космическими снимками (10 мин.)
5. Ознакомление с темой «Путешествия во времени» с космическими снимками (6 мин.)
6. Рассказ о профиле «Анализ космических снимков» Олимпиады КД НТИ (3 мин.)
7. Вариант А. Самооценка и рефлексия (2 мин.)  
Вариант Б. Формирование команд для групповой работы на втором уроке (2 мин.)
8. Постановка учебной задачи для групповой работы (определение времени лесного пожара) (5 мин.)
9. Знакомство с порталом «Леса высокой природоохранной ценности России» («ЛВПЦ России») (5 мин.)
10. Знакомство с инструментами портала «ЛВПЦ России» для работы с космическими снимками (5 мин.)
11. Групповая работа с учебной задачей – определение времени лесного пожара (15 мин.)
12. Демонстрация решения задачи (10 мин.)
13. Напоминание о профиле «Анализ космических снимков» Олимпиады КД НТИ (3 мин.)
14. Самооценка и рефлексия (Вариант Б, для двух уроков по 45 минут) (2 мин.)

Если вы проводите «Урок НТИ» в формате одного урока на 45 минут, вы заканчиваете его после 7-го этапа. При этом 7-й этап проводится по Варианту А. Последующие этапы, начиная с 8-го, предназначены для второго урока, если «Урок НТИ» проводится в формате двух уроков по 45 минут. В этом случае 7-й этап проводится по Варианту Б.

Во втором случае предложите учащимся в перерыве между уроками пересесть во время перерыва, чтобы на втором уроке сидеть рядом с другими членами своей команды для группового решения задачи.

# Описание этапов урока

## 1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МОМЕНТ (5 МИН.)

Следует убедиться, что все учащиеся имеют перед собой компьютер или мобильное устройство с доступом к сети Интернет. Компьютер или планшет с большим экраном предпочтительнее. Возможна попарная работа учеников с одним устройством.

На этом этапе ученикам необходимо выдать список ссылок на интернет-ресурсы и пояснить, что в ходе урока они смогут самостоятельно рассматривать большинство космических снимков, про которые вы будете рассказывать. Желательно удостовериться, что у учащихся получается использовать ссылки и они могут работать с интерактивными картами на своих устройствах. Для проверки работоспособности можно предложить им зайти на геопортал «Яндекс Карты» (<http://maps.yandex.ru/>).

## 2. ЗНАКОМСТВО С КОСМИЧЕСКИМИ СНИМКАМИ КАК ИНСТРУМЕНТОМ ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛИ (7 МИН.)

### Слайды 2-9

Съёмка поверхности Земли из космоса – одно из важнейших направлений использования космических аппаратов, появившееся и развивающееся почти с самого начала космической эры. Разумеется, первые реализации имели преимущественно военное значение. Регулярная съёмка в гражданских целях ведётся с 70-х годов XX-го века, особенно интенсивно – с 80-х.

Другие употребляемые термины – дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса. (Строго говоря, к ДЗЗ относится также аэрофотосъёмка и съёмка с беспилотных летательных аппаратов.) Английский термин – remote sensing, «удалённое

чувствование». Состояние дел в этой области коротко характеризуется на *слайде 2*.

Поверхность нашей планеты сегодня постоянно снимается из космоса целым рядом самых разнообразных спутников, принадлежащих разным государствам и оснащённых самой разнообразной аппаратурой. На сегодняшний день давно не существует монополии на космическую съёмку Земли. Кроме основных космических держав (Россия, США, Европейский союз (ЕС), прежде всего, Франция, с недавних пор – Китай и Индия), собственные спутники ДЗЗ есть у множества других стран, включая Японию, Южную Корею, Канаду, Израиль и даже такие страны как Беларусь, Казахстан, Аргентина, Нигерия и др.

Особенностью сегодняшнего дня также является то, что большое количество самых разнообразных космических снимков находится в открытом доступе, то есть является бесплатными и общедоступными. Также в открытом доступе можно найти множество различных тематических карт, созданных на основе космических снимков, а также бесплатных программ для работы со снимками и картами. Доступны и платные снимки – они предоставляют ещё больше возможностей, но далеко не всегда нужны (или нужны в ограниченном количестве).

Важно обратить внимание учащихся на ряд свойств космической съёмки, которые, наряду с её сегодняшней относительной доступностью, делают её таким важным инструментом для изучения Земли и, в частности, для экологического мониторинга (*слайд 3*).

Во-первых, это объективность съёмки Земли из космоса: информация с космических снимков

– это результат прямых физических измерений, её невозможно подделать или исказить. На снимках мы видим ситуацию «как она есть», а не какой он «должна быть» или была много лет назад. Это проиллюстрировано *слайдами 4 и 5*. Так, например, карта земельного кадастра показывает нам лишь формальный статус того или иного участка земли. Космические же снимки показывают нам актуальное физическое состояние участка территории. Так, в приведённом примере, участок земли сельскохозяйственного назначения много лет не используется и сегодня зарастает древесно-кустарниковой растительностью.

Во-вторых, уникальным свойством космических снимков является их актуальность: сегодня можно получать информацию в режиме, близком к реальному времени. На *слайдах 6 и 7* показаны изображения с российского спутника «Метеор-М», размещённые на портале Научного центра оперативного мониторинга Земли. Хорошо видны дымы лесных пожаров, поднимающиеся от горящих участков. Метеорологические спутники с инфракрасными камерами снимают всю поверхность нашей планеты по несколько раз в день и являются основным инструментом для мониторинга лесных пожаров.

Данный пример является подходящим поводом, чтобы напомнить учащимся о спектре электромагнитного излучения, известном из курса физики. Важно обратить внимание учащихся, что современные спутники снимают не только в достаточно узком диапазоне видимого света, но также в ультрафиолетовом, ближнем, среднем и дальнем инфракрасном (ИК) свете. Дальний ИК – это тепловые каналы, которые фактически позволяют измерять температуру земной поверхности. Именно эта возможность используется для обнаружения лесных пожаров.

Важным преимуществом космической съёмки является тот факт, что для неё (в отличие от аэрофотосъёмки и съёмки с дронов) нет закрытых границ и недоступных зон.

Также для космической съёмки нет «слишком далёких» мест – изучать по ним можно любой участок земной поверхности. Это иллюстрируется *слайдом 8*, показывающим космический снимок полуострова Антрема на Мадагаскаре. Снимок сделан с российского космического аппарата «Аист-2Д» и размещён на геопортале проектной платформы программы «Дежурный по планете».

Таким образом, вы уже начали знакомить учащихся с открытыми картографическими порталами общего назначения. (На *слайде 9* приведён краткий список наиболее известных.)

Необходимо обратить внимание учащихся, что самое важное – не просто иметь необходимые снимки, но и понимать, что именно мы на них видим. После этого можно перейти к следующей части урока, которая предполагает интерактивное взаимодействие с учащимися.

### 3. КОРОТКИЕ ЗАДАЧИ-КВЕСТЫ ПО ПОРТАЛУ «ЯНДЕКС КАРТЫ» («ЧТО ВЫ ВИДИТЕ НА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ?») (20 МИН.)

*Слайды 10-12*

*Слайды с 10-го по 12-й* предлагают ряд квестов типа «Угадайте, что вы видите». (Их количество можно регулировать, в зависимости от доступного времени и скорости реакции класса.) Три квеста посвящены различным территориям нашей страны.

Для каждого квеста дана короткая ссылка, которую учащиеся могут легко перепечатать и перейти по ней на своих компьютерах или мобильных устройствах. Все они ведут на портал «Яндекс Карты» и позиционируют на конкретный участок местности. Учащиеся могут изучать окрестности самостоятельно или посмотреть фрагмент космического снимка на слайде. Для каждого квеста подобран список возможных ответов, который является поверх изображения.

Все квесты связаны с темой природопользования и воздействия человека на природные экосистемы. С каждой из них может быть связан отдельный короткий рассказ о данном типе природопользования, используемых природных ресурсах, соответствующей отрасли промышленности и других темах, разбираемых в школьном курсе экономической географии. Также каждый случай можно обсудить с точки зрения физической географии, природной зоны и типа растительности, а также с точки зрения экологических рисков и последствий человеческой деятельности.

**Слайд 10.** Этот ландшафт образовался в результате добычи нефти. На снимке – инфраструктура одного из месторождений к северу от города Нижневартовск, Ханты-Мансийский автономный округ. Плоская Западносибирская равнина, под которой находятся многие наши крупнейшие месторождения нефти и газа, в значительной степени заболочена. Можно сказать, что она является одним большим болотом (что, кстати, прекрасно видно на космических снимках). В этих условиях дороги прокладываются по искусственно насыпанным дамбам, которые видны на снимках. Тем же песком отсыпаются и площадки под буровые – небольшие прямоугольные объекты на снимках. Как правило, на каждой такой площадке расположено несколько скважин, пробуренных в разных направлениях («куст скважин»). Нефтяники называют такие площадки «кустовыми». Не столь яркие, как проложенные по насыпям дороги между площадками, прямые линии, видимые на снимках, – это внутрипромысловые трубопроводы. По ним добытая нефть, а точнее водонефтяной раствор, перекачивается на специальные станции (одна из них, вероятно, видна по центру в нижней части снимка), где производится отделение нефти от воды. Нефть далее закачивается в магистральные трубопроводы, а оставшаяся вода (как правило, очень солёная) по таким же внутрипромысловым трубопроводам закачивается обратно в скважины. Здесь можно рассказать, что именно из-за высокой солёности этой «скважинной жидкости» трубы внутрипромысловых трубопроводов

подвергаются сильной коррозии. (Можно напомнить учащимся об электролитической коррозии, известной из курса химии.) Именно здесь происходит большинство разрывов и разливов нефти и солёной воды, большинство загрязнений почв, вод и земель. (Для их выявления тоже можно использовать космические снимки, но это другая история.) Для борьбы с этим необходимо использовать специальные трубы, в которых металл изолирован от «скважинной жидкости» специальным покрытием. Но они гораздо дороже обычных стальных труб, и нефтяные компании часто «экономят» на этом.

**Слайд 11.** Это крупный угольный карьер (разрез) в Кемеровской области (Кузбасс – Кузнецкий угольный бассейн, один из крупнейших в стране). Здесь можно сделать экскурс в экономическую географию, вспомнив основные месторождения и регионы добычи каменного угля в нашей стране. Можно также поговорить об экологических проблемах, связанных с добычей полезных ископаемых открытым способом. Несмотря на «лунный ландшафт», площадь, занятая угольными карьерами и находящаяся под их воздействием, несравнимо меньше, чем, например, площади сплошных вырубок лесов. Можно предложить заинтересованным учащимся после уроков самостоятельно оценить по космическим снимкам и сравнить общую площадь вырубок последних лет в Архангельской или в Иркутской областях с суммарной площадью всех угольных карьеров Кузбасса.

**Слайд 12.** Так выглядят так называемые «сейсмопрофили» – специальные просеки, прорубаемые для проведения сейсмической разведки месторождений полезных ископаемых. На этих просеках через равные расстояния размещают сейсмические датчики, которые фиксируют распространение ударных волн в земной коре от специально производимых взрывов или (как обычно делают сегодня) ударов по поверхности земли с помощью специальной машины. Разная задержка в распространении сейсмических волн через разные породы позволяет построить карту залегания

различных горных пород. В данном случае – это следы разведки нефтяного/нефтегазового месторождения в Иркутской области. Такая частая сетка (детальная разведка) обычно делается при детальном картографировании месторождения перед началом его разработки.

#### 4. ЗНАКОМСТВО С МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫМИ КОСМИЧЕСКИМИ СНИМКАМИ (10 МИН.)

*Слайды 13-23)*

Общедоступные геопорталы обладают определёнными ограничениями. Одной из задач урока является демонстрация учащимся, что космические снимки, доступные на открытых порталах типа «Яндекс Карты» и «Гугл Карты», не являются полноценными космическими снимками и не помогут в решении ряда задач.

Первое, на что нужно обратить внимание учащихся – это почти полное отсутствие облаков на снимках на порталах «Яндекс Карты» и «Гугл Карты», хотя значительная часть земной поверхности постоянно покрыта облаками. Это видно, например, на актуальных снимках Земли с российского спутника «Электро-Л» (*слайд 13*). Учащиеся сами могут посмотреть эти снимки по ссылке: <http://elektro.ntsomz.ru/>. (Можно обсудить с учащимися геостационарные спутники: почему они должны располагаться строго на определённой высоте над экватором, чтобы постоянно «висеть» над одной точкой).

Основная причина «безоблачности» снимков на геопорталах состоит в том, что космические снимки на них – это собранное из лоскутков покрытие. Это снимки с разных спутников и часто с разной детальностью (пространственным разрешением). Они сделаны в разное время, часто в разные годы, иногда – в разные сезоны. Это можно легко продемонстрировать, уменьшая и увеличивая спутниковые изображения на порталах. *См. слайды 14-16*. При этом, большинство порталов не дают информации о том, когда именно снят данный участок местности. Часто, разглядывая снимок, мы видим

ситуацию, какой она была несколько лет назад и при этом не знаем, когда именно.

Цветовая палитра для размещаемых на портале снимков подобрана таким образом, чтобы имитировать «естественные» цвета. Часть важной информации при этом теряется. Сравните *слайды 17 и 18*. На первом представлена спутниковая подложка из «Гугл Карт», на втором – мультиспектральное изображение той же территории. Хорошо видно, сколько важной информации о растительном покрове мы теряем, глядя на снимки в Гугле. Мультиспектральные космические снимки, также доступные в интернет, имеют меньшую детальность, но часто содержат больше информации о территории и её растительности. Причина этого в том, что для второго изображения использованы спектральные каналы ближнего и среднего инфракрасного диапазона, а не только каналы видимой части спектра. Цвета здесь, конечно, условные, но различия в растительности видны гораздо лучше. Учащиеся могут самостоятельно изучить эти и другие снимки на геопортале программы «Дежурный по планете», воспользовавшись соответствующими ссылками

Здесь можно ещё раз вернуться к вопросу спектра электромагнитных волн, используемых разными спутниками ДЗЗ (*слайд 19*). Можно также упомянуть, что некоторые современные спутники ДЗЗ работают и с другой частью спектра электромагнитного излучения – с радиодиапазоном. Это так называемые радарные спутники. Их особенность в том, что они не пассивно фиксируют солнечный свет, отражённый от поверхности Земли, или инфракрасное излучение от нагретых участков, а активно сами излучают радиоволны. Фактически, на таких спутниках стоят радары, подобные тем, которые установлены на кораблях, самолётах, в аэропортах, на военной технике и пр. Отражаясь от Земли, эти радиоволны снова принимаются детекторами спутников. Разумеется, вид Земли в радиодиапазоне совсем иной, чем в видимом свете, но он также может нести много полезной информации, в том числе – о форме поверхности. Облачность прозрачна для радиоволн, поэтому наблюдение,

например, за льдами можно вести в любую погоду. Радарные спутники также снимают большую часть нашей планеты практически ежедневно, но в рамках данного урока мы рассматриваем лишь спутники, снимающие в оптическом, ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах.

Космические снимки, включающие информацию из нескольких спектральных каналов, называются мультиспектральными или спектрозональными. Следует учитывать, что при подготовке картинок для «Яндекс Карт» и «Гугл Карт» значительная часть спектральной информации теряется. Для работы с полным набором данных по каждому космическому снимку необходимо использовать специальное программное обеспечение и скачивать соответствующие снимки к себе на компьютер. Несмотря на то, что такое программное обеспечение сегодня можно скачать свободно, обучение работе с ним невозможно уложить в рамки одного-двух уроков, но можно воспользоваться рядом специализированных порталов.

Так, на следующих слайдах приведены мультиспектральные изображения земной поверхности, полученные с нескольких разных спутников. Эти изображения также не являются единовременным снимком, а получены с помощью синтеза ряда безоблачных снимков за 2000 или 2019 год, обработанных таким образом, чтобы компенсировать всегда имеющиеся различия в положении солнца, положении спутника, прозрачности атмосферы и пр. Данные изображения размещены на геопортале проектной платформы программы «Дежурный по планете», вместе со снимками с отечественных спутников. Учащиеся могут самостоятельно изучать на этом портале космические снимки 2000 и 2019 годов для различных участков земной поверхности, используя короткие ссылки, приведённые на соответствующих слайдах.

Эти изображения представляют интенсивность электромагнитного излучения, отражённого от поверхности Земли и принятого аппаратурой спутников, в условных цветах: невидимый человеческим глазом коротковолновый инфракрасный свет представлен красным, ближний инфракрасный

(также не различимый глазом) — зелёным, видимый красный свет — синим. В таком цветовом синтезе хорошо видны различия в растительности и влажности поверхности, контрастно выделяются искусственные поверхности и открытый грунт.

Ряд следующих слайдов демонстрирует информацию, которую невозможно или трудно получить с космических снимков «Яндекс Карт» и «Гугл Карт». **Слайды 20-23** содержат ещё два примера, когда разные типы растительности хорошо видны на мультиспектральных снимках и не читаются на снимках, обработанных для портала «Гугл Карты». В первом случае мультиспектральные снимки позволяют легко отделить затопленные водой рисовые чеки от плантаций (скорее всего, чайных) и от леса, сохранившегося в природном резервате. Во втором случае мангровые заросли в устье реки Гамбии в Западной Африке хорошо отличаются от сухих тропических лесов. На снимках, обработанных для «Гугл Карт» эти различия почти не заметны.

Предложите учащимся после уроков попробовать самостоятельно найти другие подобные примеры, воспользовавшись порталом «Дежурный по планете».

## 5. ОЗНАКОМЛЕНИЕ С ТЕМОЙ «ПУТЕШЕСТВИЯ ВО ВРЕМЕНИ» С КОСМИЧЕСКИМИ СНИМКАМИ (6 МИН.)

### Слайды 24-29

Спутники снимают нашу планету уже более 50-ти лет. При этом, регулярная съёмка почти всей поверхности суши ведётся уже более 35-ти лет, что позволяет заглянуть в прошлое и увидеть, как меняется мир, в котором мы живём. Можно провести параллель с «чёрными ящиками», которые устанавливаются на самолёты и записывают всё происходящее на борту. Спутниковая съёмка сегодня – это такой «чёрный ящик» нашего общего космического корабля, планеты Земля. Что бы ни происходило на её поверхности последние десятилетия, всё тщательно записывается спутниками



и складывается в архив.

Чтобы наблюдать за изменениями, можно воспользоваться уже известным нам порталом «Дежурный по планете», на котором размещены снимки за 2000 и за 2019 год. Например, чтобы обнаружить изменения в лесном массиве на водоразделе Северной Двины и Пинеги в Архангельской области (уже обсуждавшегося выше), можно воспользоваться короткими ссылками: [bit.ly/dvina\\_2000](http://bit.ly/dvina_2000) и [bit.ly/dvina\\_2020](http://bit.ly/dvina_2020). Они же представлены на *слайдах 25 и 26*. Видно, насколько сплошные вырубки продвинулись вглубь массива малонарушенных лесов за 20 лет. (Можно сделать предположение за сколько лет эти лесозаготовки уничтожили бы остатки массива и успел ли бы за это время вырасти новый лес на вырубленной территории.)

Ещё один впечатляющий пример изменения облика нашей планеты представлен на *слайдах 27-29*. Эти снимки уже нельзя посмотреть на указанном выше портале – их пришлось скачивать по отдельности и рассматривать с специализированной программой. Они иллюстрируют печально известную историю пересыхания Аральского моря, как считается, в результате забора воды из рек Амударья и Сырдарья на орошение. На сегодняшний день перспективы сохраниться имеет только Северный Арал (самый верхний) – благодаря Кокаральской плотине, отгородившей его от Южного Арала. Сегодня почти вся вода Сырдарьи остаётся в Северном Арале, и его уровень снова стал повышаться. Сброс воды в восточный бассейн Южного Арала не имеет смысла: растекающаяся вода всё равно быстро испаряется.

## 6. РАССКАЗ О ПРОФИЛЕ «АНАЛИЗ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ» ОЛИМПИАДЫ КРУЖКОВОГО ДВИЖЕНИЯ НТИ (3 МИН.)

*Слайды 30-31*

С 2018 года в рамках Олимпиады Кружкового движения Национальной технологической инициативы (КД НТИ) проводятся соревнования школьников

по направлению (профилю) «Анализ космических снимков и геопространственных данных». Учащихся 8-11 класса, кому было бы интересно научиться работать с космическими снимками, цифровыми картами и геоинформационными системами, мы приглашаем к участию в профиле в текущем учебном году.

### **Олимпиада проходит в три этапа:**

- Первый индивидуальный отборочный этап по предметам: география и информатика. Этап проводится дистанционно.
- Второй отборочный этап также проводится дистанционно, второй этап – командный. Командам будут предложены реальные задачи по работе с космическими снимками и геоинформационными системами. Задания подобраны по принципу «от простого к сложному» и предполагают не только соревнование, но и обучение. К услугам участников – вебинары, разборы прошлогодних задач и учебные материалы. У команд будет несколько недель для прохождения второго этапа.
- Финальный очный этап, как правило, проходит в конце марта. Сильнейшие команды-финалисты встречаются очно и в течение 3-4 дней решают серьёзные проблемные задачи на использование космических снимков. Проводится также индивидуальный предметный тур.
- Более подробную информацию можно найти на сайте Олимпиады: <https://nti-contest.ru/profiles/analysis/>.

Если вы проводите «Урок НТИ» в формате одного урока на 45 минут, то вы заканчиваете его после 7-го этапа. При этом 7-й этап проводится по Варианту А. Последующие этапы, начиная с 8-го, предназначены для второго урока, если вы проводите «Урок НТИ» в формате двух уроков по 45 минут. В этом случае 7-й этап проводится по Варианту Б.

Во втором случае предложите учащимся в перерыве между уроками пересесть во время перерыва, чтобы на втором уроке сидеть рядом с другими членами своей команды для группового решения задачи.



## 7. ВАРИАНТ А (ДЛЯ ОДНОГО УРОКА 45 МИН.). САМООЦЕНКА И РЕФЛЕКСИЯ (2 МИН.)

Слайд 32

Необходимо выделить пару минут в конце урока для проведения рефлексии содержания материала урока. Она дает возможность учащимся осознать содержание материала урока, оценить эффективность собственной работы на уроке.

Предложите учащимся заполнить таблицу, которую Вы раздаёте в распечатанном виде каждому ученику. Напротив каждой из основных тем урока в таблице учащийся должен отметить один из трёх значков (одну из трёх колонок):

Темы урока	+	-	?
Свойства и преимущества космических снимков как с источников информации о нашей планете			
Особенности космических снимков, размещённых на общедоступных геопорталах			
Простейшие приемы распознавания (идентификации) объектов на космических снимках			
Знакомство с мультиспектральными космическими снимками			
Изменения, происходящие на поверхности нашей планеты, на одновременных космических снимках			
Информация о профиле «Анализ космических снимков» Олимпиады Кружкового движения НТИ			

«+» – все понятно;

«-» – ничего не понятно;

«?» – интересно, хочу узнать больше.

## 7. ВАРИАНТ Б (ДЛЯ ДВУХ УРОКОВ ПО 45 МИН.) ФОРМИРОВАНИЕ КОМАНД ДЛЯ ГРУППОВОЙ РАБОТЫ НА ВТОРОМ УРОКЕ (2МИН.)

Пропустите слайд 32

Предложите учащимся разбиться на команды по 3-5 человек для группового решения задачи на втором уроке. Предложите им пересесть во время перерыва, чтобы на втором уроке сидеть рядом с другими членами своей команды. Убедитесь, что у каждой команды есть достаточно устройств для доступа к сети Интернет.

*Последующие этапы, начиная с 8-го, предназначены для второго урока, если «Урок НТИ» проводится в формате двух уроков по 45 минут.*

## 8. ПОСТАНОВКА УЧЕБНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ГРУППОВОЙ РАБОТЫ (ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЛЕСНОГО ПОЖАРА) (5 МИН.)

Слайды 33-34

Большая часть второго урока посвящена самостоятельной групповой работе учащихся над учебной задачей по наблюдению изменений по разновременным космическим снимкам. В качестве примера предлагаем определить время достаточно крупного лесного пожара, произошедшего несколько лет назад в Иркутской области на берегу Усть-Илимского водохранилища, примерно в 65-ти километрах на юго-юго-восток от города Усть-Илимск.

Условия задачи изложены на **слайде 34**, а также в раздаточном материале для учеников. Задача предлагает учащимся самостоятельно определить, когда произошёл лесной пожар северо-западнее точки с указанными географическими координатами. Для этого необходимо последовательно просмотреть космические снимки за последние несколько лет.

Это подходящий момент, чтобы проверить знания учащихся о том, что представляют из себя географические координаты. Если время позволяет, проведите опрос учащихся, что они помнят из курса географии. Например, в каких пределах могут меняться численные значения долготы и широты, где находится нулевая широта (экватор) и нулевой меридиан (Гринвич). Напомните им эту информацию, если они её забыли. Попробуйте вместе определить, например, южнее или севернее Вашего населённого пункта находится точка, указанная в условиях задачи.

## 9. ЗНАКОМСТВО С ПОРТАЛОМ «ЛЕСА ВЫСОКОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ЦЕННОСТИ РОССИИ» («ЛВПЦ РОССИИ») (5 МИН.)

*Слайды 35-39*

На многие лесные регионы России разновременные космические снимки за последние годы можно найти на тематическом портале «Леса высокой природоохранной ценности России» ([hcvf.ru](http://hcvf.ru)), который создан и поддерживается рядом российских экологических организаций. Информация на портале предназначена, прежде всего, для компаний лесного сектора, проходящих аудит в рамках добровольной лесной сертификации. Одним из важнейших требований такой сертификации является сохранение в пределах арендных участков компаний так называемых «лесов высокой природоохранной ценности» (ЛВПЦ или HCVF – high conservation value forests). Для целей настоящего урока нет необходимости углубляться в задачи и особенности данного портала. Интересующиеся ученики могут изучить его подробнее во внеурочное время, воспользовавшись приведённой выше ссылкой. На уроке общее знакомство с порталом проводится достаточно кратко (*слайды 35 и 36*).

Единственный важный для нас раздел – это «Карты». Он содержит интерактивные веб-карты с различной лесохозяйственной информацией ряда регионов и обзорную веб-карту всей России ([hcvf.ru](http://hcvf.ru)).

[ru/ru/maps/hcvf-russia](http://ru/ru/maps/hcvf-russia)). На этих веб-картах представлены, в частности, данные о точном местоположении лесов высокой природоохранной ценности (ЛВПЦ) в различных регионах России по информации от ряда научных и экологических организаций.

Для дальнейшей работы будет удобнее воспользоваться прямой ссылкой на интерактивную веб-карту (геопортал) «ЛВПЦ России»: [forest.kosmosnimki.ru](http://forest.kosmosnimki.ru) (*слайд 37*). Рекомендуем, по возможности, показывать все действия на портале «вживую», воспользовавшись приводимыми здесь ссылками, но можно ограничиться и демонстрацией слайдов из презентации.

Веб-карты портала построены на платформе «GeoMixer» российской компании «СКАНЭКС». Для того, чтобы пользователи могли проверить актуальное состояние лесов, на геопортале имеются инструменты, позволяющие подгрузить на карту актуальные космические снимки за последние несколько лет. Прежде, чем давать учащимся задачу для групповой работы, познакомьте их кратко с интерфейсом геопортала.

Прежде всего, покажите учащимся, как найти точку с географическими координатами из условий задачи. Скопируйте географические координаты и вставьте их в окошко поиска в правом верхнем углу карты. Портал не понимает сокращений «с.ш.» и «в.д.» – их следует заменить на латинские «N» и «E» либо просто опустить. Предлог «и» между координатами также опустите или замените запятой. После этого нажмите на значок «лупа» или на клавишу «ввод» (Enter) на клавиатуре. Портал пометит точку с искомыми координатами флажком на карте. На левой панели вверху появится секция «Объекты», где будут указаны координаты точки и её условное обозначение (флажок) (*слайд 38*). После этого воспользуйтесь колёсиком мыши или кнопками «+» и «-» на карте, чтобы увеличить участок местности вблизи точки – так, как это показано на *слайде 39*.

Мы также рекомендуем выключить на панели

слева тематическую нагрузку карты, которая не используется в настоящий момент. Сбросьте галочки около разделов «Высокие природоохранные ценности (ВПЦ)», и «Особо охраняемые природные территории» – эта информация сейчас для не важна. Для экономии места также сверните соответствующие разделы легенды карты: нажмите на маленький серый треугольник слева от названия каждого раздела. Портал должен приобрести примерно такой вид, как показано на *слайде 39*. Для экономии времени также можно воспользоваться короткой ссылкой ([bit.ly/angara2020](http://bit.ly/angara2020)), приведённой на том же слайде, которая сразу отключит лишнюю информацию и позиционирует карту на нужную точку из условий задачи.

## 10. ЗНАКОМСТВО С ИНСТРУМЕНТАМИ ПОРТАЛА «ЛВЦ РОССИИ» ДЛЯ РАБОТЫ С КОСМИЧЕСКИМИ СНИМКАМИ (5 МИН.)

*Слайды 40-45*

Прежде, чем дать командам возможность перейти к решению групповой задачи, познакомьте учащихся с инструментами работы с космическими снимками, доступными на портале.

Прежде всего, продемонстрируйте как можно заменить картографическую подложку космическими снимками из «Гугл карт» или «Яндекс карт». Воспользуйтесь для этого кнопкой в левой нижней части карты (выделена красным овалом на *слайде 40*). Вы можете выбрать различные карты-подложки или мозаики космических снимков из нескольких разных источников. Вы также можете перейти к данному состоянию карты по короткой ссылке [bit.ly/angara-yan](http://bit.ly/angara-yan).

Обратите внимание учащихся, что на таких космических снимках гарь малозаметна или не заметна вовсе (*слайд 41*). Это связано с тем, что изображения, используемые на геопорталах общего пользования, имитируют «естественные цвета» и игнорируют часть информации об излучении в инфракрасном диапазоне, которую записывает

аппаратура спутников. Вы обсуждали это с учащимися в первой части сдвоенного урока.

Также по таким мозаикам снимков невозможно определить, когда спутник снял данный конкретный участок. Для этого необходимо воспользоваться другим инструментом, доступным на геопортале. Воспользуйтесь разделом «Данные спутникового мониторинга» внизу левой панели (выделен красным овалом на *слайде 42*).

Поставьте галочку около надписи «Sentinel-2». Скорее всего, на момент проведения урока на участок местности вблизи точки из условия задачи не будет совсем свежих космических снимков с этого спутника. Нажмите на изображение часов левее галочки («Добавить в таймлайн») – в нижней части карты появится временная шкала, как на *слайде 43*. На карте должен отобразиться ближайший по времени космический снимок на данную территорию. Возможно, он будет облачный или не покрывать необходимую вам точку. В этом случае воспользуйтесь кнопками со стрелками (серыми треугольниками) вправо и влево над временной шкалой, чтобы просмотреть более ранние доступные снимки. На *слайде 43*, например, показан космический снимок, сделанный спутником 18 сентября 2020 года: эта точка будет выделена голубым на временной шкале. (Временную шкалу всегда можно спрятать, нажав на стрелочку вниз над правой частью шкалы, и вернуть обратно, нажав на значок часов в правом нижнем углу карты.) В случае трудностей с инструментами управления геопортала, к данному состоянию карты можно перейти по короткой ссылке [bit.ly/angara2020-09](http://bit.ly/angara2020-09).

Обратите внимание учеников, что в том цветовом синтезе, который использует данный космический снимок (яркость красного цвета пропорциональна интенсивности принятого спутником света в зелёной части видимого спектра, яркость зелёного – интенсивности света ближнего инфракрасного диапазона, яркость синего – интенсивности света в красно-оранжевой части видимого спектра), хорошо видна крупная гарь рядом с

точкой, указанной в условиях задачи. Она выделена красным овалом на **слайде 44**.

Пользуясь стрелочками над временной шкалой или выбирая мышкой точки на шкале, можно просмотреть снимки за другие моменты времени. Масштаб временной шкалы можно уменьшать и увеличивать, воспользовавшись колёсиком мыши. В текущей версии геопортала отсутствует возможность отобразить снимки среднего разрешения на 2017 и 2018 годы. Временная шкала на этом участке пуста. Для этого периода придётся воспользоваться другим инструментом – расположенной выше на левой панели разделом, выделенным на **слайде 45** красным овалом. Этот раздел содержит два набора данных: «Космоснимки (MODIS)» (по умолчанию выключен) и «Пожары ScanEx» (по умолчанию включен), а также инструмент выбора даты или временного интервала. Данный инструмент позволяет подключать (на период ранее 2019 года) снимки низкого пространственного разрешения (низкой детальности), сделанные камерой MODIS, которая установлена на нескольких разных метеорологических спутниках. Гарь на них читается хуже, но тоже заметна (также выделена на **слайде 45** красным овалом), но важно, что эти снимки доступны практически на каждый день. Вы можете выбрать интересующий вас день в том же разделе в окошечке с интервалом дат и «пролистать» снимки за разные дни стрелочками справа и слева от него. В случае трудностей с этим инструментом управления к данному состоянию карты можно перейти по короткой ссылке [bit.ly/angara2017-09-30](http://bit.ly/angara2017-09-30).

## 11. ГРУППОВАЯ РАБОТА С УЧЕБНОЙ ЗАДАЧЕЙ – ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЛЕСНОГО ПОЖАРА (15 МИН.)

**Слайд 46**

На время групповой работы оставьте на доске/экране **слайд 46** с условиями задачи и короткой ссылкой на геопортал.

Учащимся в составе команд необходимо, поль-

зуясь описанными выше инструментами работы с космическими снимками, последовательно «пролистать» доступные на данный участок космические снимки и определить момент (период) времени, когда появилась данная гарь.

Учащиеся должны самостоятельно прийти к выводу, что наиболее эффективный метод определить время пожара – это не просматривать все доступные снимки, а последовательно сузить диапазон поиска, просматривая сперва по одному-два безоблачных снимка на каждый год (в конце и начале летнего пожарного сезона, например). На снимках, сделанных после пожара, гарь будет заметна (если не скрыта облаками), а на снимках до пожара будет виден ещё не сгоревший лесной массив (**см. слайд 54**). Определив таким образом год пожара, можно затем просмотреть доступные на этот год снимки с интервалом месяц или одна неделя, затем – ежедневные снимки MODIS за предположительный период пожара.

Вы можете предупредить учащихся, что не все снимки будут безоблачными – иногда участок с гарью будет скрыт облаками. Если же учащимся удастся найти безоблачный снимок на момент пожара, на нём будет виден дым, который они должны суметь отличить от облачности.

## 12. ДЕМОНСТРАЦИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ (10 МИН.)

**Слайды 47-60**

Вы можете воспользоваться **слайдами 48-60** для разбора задачи после того, как учащиеся предложат свои варианты ответов или разбирать решение задачи «вживую» на геопортале «ЛВПЦ России», демонстрируя на экране окно браузера с интерфейсом портала. Следует учитывать, что приведённые на **слайдах 48-60** скриншоты могут сэкономить время, если скорость подключения к сети Интернет в классе невысока.

Достаточно быстро можно определить, что на

всех доступных снимках среднего разрешения за 2019 и 2020 год гарь присутствует и хорошо видна. (См. короткие ссылки: [bit.ly/angara2020-09](http://bit.ly/angara2020-09), [bit.ly/angara2020-05](http://bit.ly/angara2020-05), [bit.ly/angara2019-09](http://bit.ly/angara2019-09), [bit.ly/angara2019-05](http://bit.ly/angara2019-05); **слайды 48-51**) На 2017 и 2018 годы эти снимки недоступны на портале – придётся воспользоваться снимками MODIS. Найдя безоблачные снимки за май 2018 года (**слайд 52**, [bit.ly/angara2018-05](http://bit.ly/angara2018-05)), можно убедиться, что и в начале летнего сезона 2018 гарь также уже была.

Обратившись затем к снимкам MODIS 2017 года, обнаружим, что в конце августа гарь также вполне читается на снимках (**слайд 53 и слайд 60**, [bit.ly/angara2017-09-30](http://bit.ly/angara2017-09-30)). А вот на снимках середины июля 2017 года (**слайд 54**, <http://bit.ly/angara2017-07-23>) гари явно ещё нет: весь этот участок на снимках MODIS равномерно зелёный (покрыт лесом). Значит, пожар произошёл в период с середины июля по конец августа 2017 года.

Пролистывая снимки за каждый день в период между 23 июля и 30 августа 2017 г. (**слайды 55-59**), мы находим дни, когда виден сам дым от лесного пожара. Он отличается от облаков по цвету и форме. Пожар начался не позднее 29 июля 2017 года (первый безоблачный снимок, на котором виден дым – **слайд 55**, [bit.ly/angara2017-07-29](http://bit.ly/angara2017-07-29)). Активное горение также можно видеть на снимках 04 и 08 августа (**слайды 56-57**, [bit.ly/angara2017-08-04](http://bit.ly/angara2017-08-04), [bit.ly/angara2017-08-08](http://bit.ly/angara2017-08-08)). Если у вас стоит галочка напротив пункта «Пожары ScanEx», вы также увидите красные контуры, наложенные поверх снимков. Они показывают области повышенной температуры, зафиксированные другой, инфракрасной, камерой с тех же спутников, где установлена и камера MODIS. Хорошо видно, что дым поднимается как раз из этих «горячих точек».

После нескольких облачных (и, видимо, дождливых) дней можно видеть, что пожар стихает (**слайд 58**, [bit.ly/angara2017-08-11](http://bit.ly/angara2017-08-11)). Кажется, что 11 августа он почти гаснет, но через несколько дней разгорается с новой силой (**слайд 59**, [bit.ly/angara2017-08-13](http://bit.ly/angara2017-08-13)) и только к концу августа

затухает окончательно.

Точное время начала и окончания пожара определить затруднительно из-за облачных дней и низкого разрешения снимков. Можно утверждать, что пожар длился не одну неделю. **Он начался не позднее 29 июля 2017 года и закончился не ранее 13 августа 2017 года.** (Скорее всего, позже: не на все дни есть безоблачные снимки.)

### 13. НАПОМИНАНИЕ О ПРОФИЛЕ «АНАЛИЗ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ» ОЛИМПИАДЫ КД НТИ (3 МИН.)

**Слайды 61-62**

Подобные задачи предлагались участникам Олимпиады Кружкового движения Национальной технологической инициативы (КД НТИ) по профилю «Анализ космических снимков и геопространственных данных». Их можно найти, например, на наших курсах, размещенных на образовательной платформе «Степик». Вот некоторые ссылки:

[stepik.org/lesson/205596/step/1?unit=179325](http://stepik.org/lesson/205596/step/1?unit=179325)

[stepik.org/lesson/296987/step/1?unit=278713](http://stepik.org/lesson/296987/step/1?unit=278713)

[stepik.org/lesson/202264/step/5?unit=179338](http://stepik.org/lesson/202264/step/5?unit=179338)

[stepik.org/lesson/202264/step/7?unit=179338](http://stepik.org/lesson/202264/step/7?unit=179338)

Как уже говорилось в конце прошлого урока, тех учащихся, кому было бы интересно научиться работать с космическими снимками, цифровыми картами и геоинформационными системами, мы приглашаем к участию в нашем профиле в этом учебном году.

Напомните учащимся, что более подробную информацию можно найти на сайте Олимпиады: <http://nti-contest.ru/profiles/analysis/>.

### 14. САМООЦЕНКА И РЕФЛЕКСИЯ (ВАРИАНТ Б, ДЛЯ ДВУХ УРОКОВ ПО 45 МИН.) (2 МИН.)

**Слайд 63**

Выделите пару минут в конце урока для проведения рефлексии содержания материала урока.

Она дает возможность учащимся осознать содержание материала урока, оценить эффективность собственной работы на уроке.

Схема проведения рефлексии дана в описании этапа 7 (Вариант А) выше. Если вы проводите

«Урок НТИ» в формате двух уроков по 45 минут, ученики заполняют таблицу по Варианту Б (слайд 63), которая отличается одной дополнительной строкой.

Темы урока	+	-	?
<i>Свойства и преимущества космических снимков как с источников информации о нашей планете</i>			
<i>Особенности космических снимков, размещённых на общедоступных геопорталах</i>			
<i>Простейшие приемы распознавания (идентификации) объектов на космических снимках</i>			
<i>Знакомство с мультиспектральными космическими снимками</i>			
<i>Изменения, происходящие на поверхности нашей планеты, на разновременных космических снимках</i>			
<i>Самостоятельное наблюдение изменений по космическим снимкам из открытых источников</i>			
<i>Информация о профиле «Анализ космических снимков» Олимпиады Кружкового движения НТИ</i>			