

---

# СПУТНИКИ СВЯЗИ

*Методический  
материал  
для учителя*

Конструктор урока НТИ по профилю  
«Инженерия космических систем»  
(«Спутниковые системы»)



Системы связи и ДЗЗ

# Методический материал для учителя

В данном документе представлено детальное описание этапов урока и изложена теоретическая справка, необходимая для построения занятия. К изучению прилагается две основные темы: основы орбитальной механики космических аппаратов и основные принципы радиосвязи. В зависимости от конфигурации занятия варьируется содержание некоторых этапов урока.

## ВАРИАНТЫ ОРГАНИЗАЦИИ УРОКА

**Урок разделен на следующие этапы:**

1. Организационный момент. (5 мин.)
2. Актуализация знания. (5 мин.)
3. Постановка учебной задачи. (10 мин.)
4. Групповая работа. Самоанализ и самоконтроль. Достижение общего результата. (15 мин. при длительности урока 45 мин. / 25 мин. при длительности урока 90 мин.)
5. Оценивание. (5 мин.)
6. Рефлексия деятельности на уроке. (5 мин.)

Этапы 1, 2 и 6 являются общими для всех вариантов и занимают по длительности 15 мин. Этапы 3 и 4 варьируются в зависимости от варианта построения урока. В этапе 5 представлены два контрольных теста, которые зависят от выбранной темы.

### 1. Два отдельных урока, 45 мин.

Из двух тем можно выбрать одну и рассмотреть ее на одном из занятий. После выбора одной из двух тем необходимо 10 минут уделить небольшой теоретической справке, приведенной в п. 3. (п. 3.1 для темы «Орбитальная механика» и п. 3.2. для темы

«Спутниковая связь») и 15 минут на групповую работу. Рекомендуется из двух предложенных ниже для каждого варианта задач брать творческую.

### 2. Один урок с делением на подгруппы, 45 мин.

Пункты 1, 2, 5 и 6 предназначены для всей аудитории. Деление на подгруппы происходит на 3 этапе урока. Часть аудитории занимается изучением орбит, другая - структурой связи. Также как и в первом варианте, рекомендуется в качестве групповой работы брать творческую задачу. Для проведения рефлексии подгруппы можно снова объединить.

### 3. Сдвоенный урок, 90 мин.

В данном варианте групповая работа занимает не 15 минут, как в предыдущих, а 25. Для этого используются обе предлагаемые задачи для каждой темы, а обе темы изучаются по очереди. В таком случае последовательность пунктов будет следующая:

1. Организационный момент. (5 мин.)
2. Актуализация знания. (5 мин.)
- 3.1. Постановка учебной задачи. Теория по орбитальной механике. (10 мин.)
- 4.1. Групповая работа. Самоанализ и самоконтроль. Достижение общего результата. Решение задач по орбитальной механике. (25 мин.)
- 3.2. Постановка учебной задачи. Теория по радиосвязи. (10 мин.)
- 4.2. Групповая работа. Самоанализ и самоконтроль. Достижение общего результата. Решение задач по радиосвязи. (25 мин.)
- Оценивание. (5 мин.)
- Рефлексия деятельности на уроке. (5 мин.)

# Описание этапов урока

| Занятие можно построить на базе прилагаемой презентации.

## 1. ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МОМЕНТ (5 МИН.)

Данный пункт соответствует [слайду №2](#) в презентации «Что такое ИСЗ?».

**§** Вопрос к учащимся: что вы знаете об искусственных спутниках Земли?

Далее необходимо дождаться ответа учащихся, скорректировать их тезисы.

Искусственные спутники Земли – аппараты, отправленные в околоземное пространство для выполнения определенных задач. Такими задачами, как правило, являются:

- научные изыскания;
- мониторинг земной поверхности для выполнения целого ряда задач (например, картография, сбор данных для прогнозов погоды, отслеживание очагов возгорания, перемещения льдов, состояния посевов и т. д.);
- связь и интернет (в том числе телевизионное вещание);
- навигация.

Спутники вращаются по орбите вокруг Земли и могут работать от нескольких дней до нескольких десятков лет.

## 2. АКТУАЛИЗАЦИЯ ЗНАНИЯ (5 МИН.)

*Следует пока что остаться на слайде №2.*

На самом деле, спутниковые технологии уже плотно вошли в нашу жизнь. Настолько плотно, что мы даже не замечаем этого. Давайте сейчас представим, каким бы был мир без спутников.

Предложите ученикам пофантазировать на обозначенную тему. Правильными утверждениями будет:

- отсутствие возможности использовать повсеместно глобальные навигационные системы (GPS, ГЛОНАСС);
- отсутствие спутникового телевидения;
- ухудшение прогнозов погоды;
- отсутствие возможности постоянного мониторинга поверхности Земли (состояния посевов, возникающих очагов возгорания, движения льдов и т. д.);
- уменьшение возможностей для организации связи на дальние расстояния;
- меньше возможностей для научных исследований, в том числе астрономических.

*Тут следует переключиться на слайд №3. На слайде есть анимация, которая иллюстрирует:*

- перечеркнутую карту, говоря о роли спутников в картографии и навигации;
- перечеркнутый прогноз погоды, подразумевая значение метеорологических спутников, которые также используются для глобальных исследований природных явлений (изменения направления течений, движения торнадо и пр.);
- перечеркнутый снимок телескопа Хаббла, играющего огромную роль в астрономических исследованиях.

## 3. ПОСТАНОВКА УЧЕБНОЙ ЗАДАЧИ. «ОТКРЫТИЕ НОВОГО ЗНАНИЯ».

### 3.1 Теория по орбитам (10 мин.)

**Слайд №4.** Орбита КА – это та траектория, по которой он движется вокруг Земли под действием

сил притяжения. Чтобы объект вышел на орбиту вокруг Земли и стал ее искусственным спутником, ему необходимо придать первую космическую скорость, равную 7.9 км/с (это примерно 28 440 км/ч – в 3-5 раз больше скорости магистрального самолета и в 7-10 раз больше, чем скорость пули). Это очень большая скорость, поэтому вывод спутника на орбиту – это сложный и дорогостоящий процесс. Для этой задачи применяются ракеты-носители.

Орбита задается в пространстве определенным образом, и подбирается для каждого КА так, чтобы он выполнил свою задачу наиболее эффективно.

**Слайд №5.** Форма орбиты – всегда эллипс (или окружность, так как окружность – это частный случай эллипса). Эту закономерность открыл и описал ученый Кеплер еще в начале 17 века, поэтому она получила название «первый закон Кеплера».

Прежде всего, орбиты делят по высоте:

- *низкие, до 2000 км от поверхности Земли*
- *средние, от 2000 до 35800 км*
- *высокие, выше 35800 км*

Среди всех типов орбит распространены более распространены следующие типы.

**1. Низкие круговые полярные орбиты (слайд №6),** использующиеся в задачах, требующих глобального покрытия.

Обратите внимание на т. н. трек орбиты – ту линию, которую спутник «прочерчивает» на земной поверхности при движении по орбите (анимация справа). Из-за того, что и спутник, и Земля находятся в постоянном движении, эта линия имеет неоднозначную форму. Однако понимание, как будет выглядеть трек орбиты очень важно при проектировании миссии космического аппарата. Если посмотреть на трек данной орбиты, то можно увидеть, что он покрывает практически всю площадь земного шара. И делает он это за 48 часов. Несколько таких спутников способны покрыть весь земной шар за несколько часов.

**2. Геосинхронные орбиты (слайд №7).** Находясь на этих орбитах, спутник проходит над точками земной поверхности в одно и то же местное время.

На первый взгляд эта орбита похожа на предыдущую.

**§** *Спросите учащихся, заметили ли они отличия этой орбиты от предыдущей.*

Однако если посмотреть внимательно именно на трек орбиты, то можно увидеть, что повторные витки спутник делает над одними и теми же точками земного шара (линии накладываются друг на друга). Именно поэтому такие орбиты называются геосинхронными: скорость вращения спутника вокруг Земли кратна скорости вращения Земли вокруг своей оси. На таких орбитах космический аппарат может каждый день в одно и то же время, например ровно в 9 утра, пролетать над одним и тем же городом.

**3. Солнечно-синхронные орбиты (слайд №7),** сохраняющие свое положение постоянным относительно Солнца. То есть они всегда одинаково освещены Солнцем, а точно под ними всегда одна и та же фаза светового дня – например, всегда рассвет.

**4. Геостационарная орбита (слайд №8),** находясь на которой, спутник как бы «висит» над одной точкой земного шара. Геостационарная орбита – частный случай геосинхронной.

Важно понимать, что геостационарная орбита располагается в плоскости экватора. В данном случае трек орбиты превращается из линии в точку, хотя спутник летит по своей орбите все с той же большой скоростью – на этой высоте, в плоскости Экватора, скорость вращения спутника вокруг Земли равна скорости вращения Земли вокруг своей оси.

Для спутников связи часто используют геостационарную орбиту, из-за ее удобного свойства

– постоянного расположения спутника над одной и той же точкой. Поэтому, эта орбита достаточно захламлена и места на ней практически не осталось.

**5. Высокие эллиптические орбиты (слайд №9),** использующиеся для связи в северных или южных широтах.

На слайде как раз пример такой орбиты. Обратите внимание, что Земля располагает не в центре эллипса, а в одном из его фокусов.

Если посмотреть на трек, то можно увидеть, что он похож на петлю. Особенность эллиптических орбит в том, что чем дальше от Земли находится спутник, тем меньше его скорость. Таким образом, в самой удаленной точке орбиты спутник движется с наименьшей скоростью, а в самой близкой – с наибольшей. Поэтому, подобрав орбиту таким образом, что самая высокая ее точка будет располагаться над нужными широтами, можно получить эффект, при котором спутник будет проходить над ними очень медленно, почти не двигаясь относительно Земли. Именно этот эффект используют для спутников связи для северных и южных широт.

**6. Средние наклонные орбиты, использующиеся для задач навигации.**

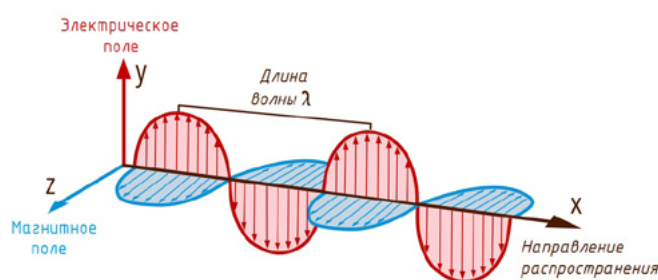
### 3.2 Теория по радиосвязи (10 мин.)

**Слайд №12.** Одной из распространенных задач, которую решают спутники - это обеспечение связью удаленных уголков Земного шара. Однако тема радиосвязи достаточно широка и не проста. Чтобы передать сообщение по беспроводному соединению из пункта А в пункт Б нужно чтобы передающее и принимающее устройство работали по согласованным правилам. Если проследить весь путь передачи сообщения, то он начнется от передающей станции, на которой сообщение проходит этапы подготовки информации к отправке и саму отправку в радиоэфир. Распространяется сигнал за счет посланной электромагнитной волны, которая и служит основным переносчиком информации на

большие расстояния в радиодиапазоне.

**Слайд №13.** Тут важно сказать, что как и любая другая, электромагнитная волна также является колебанием, которое распространяется в электромагнитном поле. И, поэтому, как и у любой волны, у нее есть ряд характеристик, одной из которых является ее частота.

Наверное, каждый из вас сталкивался с понятием частоты радиосигнала.



§ Спросите учащихся, где они сталкивались с понятием частоты радиосигнала и какие частоты они знают.

Длина волны связана с ее частотой простым соотношением:

И если длина волны говорит, какое физическое

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

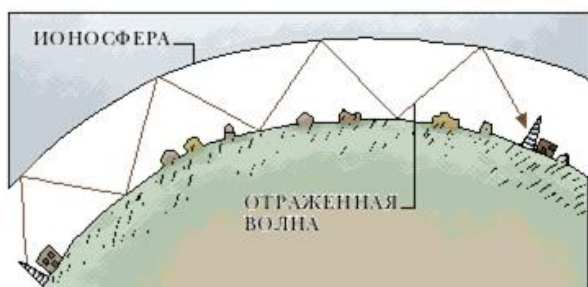
расстояние лежит между двумя пиками колебания, то частота показывает, сколько раз волна повторит свое колебание в секунду.

Стоит также сказать о скорости распространения радиоволн. В вакууме эта скорость равна скорости света, а в атмосфере Земли ее значение немного меньше.

**Слайд №14.** От частоты радиосигнала зависит то, как он распространяется в пространстве. Так, например, так называемые короткие волны, не

проходят через ионосферу, а отражаются от нее. Поэтому их удобно использовать для связи на далекие расстояния на поверхности планеты, но нельзя использовать для связи со спутниками.

### КОРОТКИЕ ВОЛНЫ



Сверхдлинные	более 10 км	менее 30 кГц
Длинные	10 км – 1 км	30 кГц – 300 кГц
Средние	1 км – 100 м	300 кГц – 3 МГц
Короткие	100 м – 10 м	3 МГц – 30 МГц
Ультракороткие	10 м – 0,1 мм	30 МГц – 3000 ГГц

Поэтому для связи с космическими аппаратами используют диапазон ультракоротких волн, свободно проходящих через слой ионосферы, частоты которых начинаются от 30 МГц.

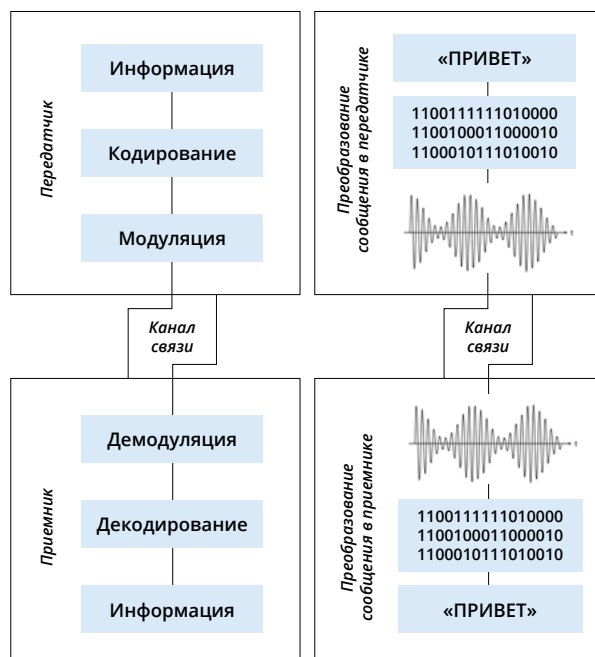
**Слайд №15.** Распространяясь на выбранной частоте, сгенерированный сигнал идет через пространство, и если передача успешная, то через какое-то время достигает принимающего устройства. На принимающем устройстве происходит расшифровка сигнала и превращение его в вид, удобный для пользователя.

Несмотря на то, что электромагнитная волна играет важную роль в передаче сообщений, само по себе электромагнитное излучение ничего не знает про слова и изображения, его надо «научить» этому.

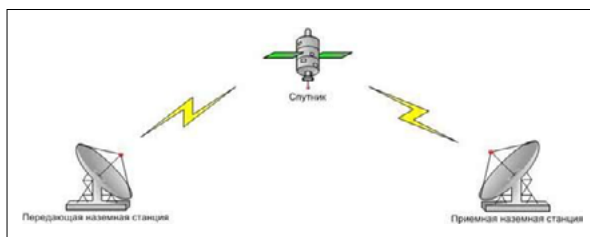
Этап подготовки сигнала к передаче состоит из двух важных шагов:

- кодирования, превращения в цифровой вид передаваемой информации;
- модуляции, превращения закодированной информации в радиосигнал.

На принимающей стороне с полученным радиосигналом происходят обратные процессы: демодуляция и декодирование.



Во всем процессе передачи информации от пункта А в пункт Б спутники, как правило, играют роль ретрансляторов, т. е. устройств, служащих промежуточными передающими устройствами.



Использование спутников в комплексах связи позволяет вести трансляцию сигнала на большие площади, чего не всегда можно достичь с помощью наземных станций, а также позволяет построить систему связи с использованием всего нескольких космических аппаратов, в то время как

для аналогичной линии связи на земной поверхности потребовалось бы большое количество промежуточных станций.

Так как процесс обработки сигналов достаточно сложен, то в рамках текущего занятия мы остановимся на одном из неотъемлемых частей этого процесса – кодировании и декодировании информации.

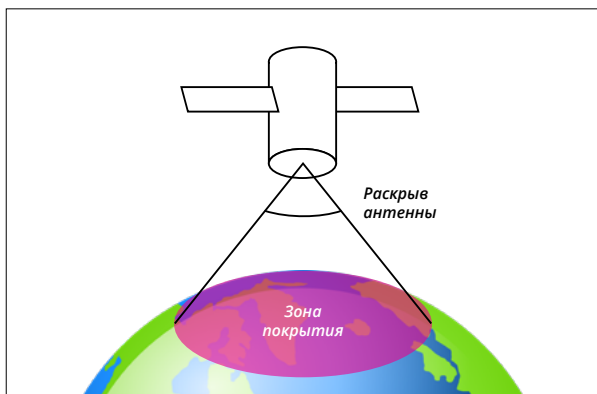
#### 4. ГРУППОВАЯ РАБОТА. САМОАНАЛИЗ И САМОКОНТРОЛЬ. ДОСТИЖЕНИЕ ОБЩЕГО РЕЗУЛЬТАТА.

##### 4.1. Задачи для орбитальной механики

##### 4.1.1. Индивидуальная задача по математике (10 мин.)

Условие:

Раскрыв антенны определяет тот угол, в котором идет трансляция сигнала. Каким должен быть раскрыв антенны у спутника связи на геостационарной орбите, чтобы три спутника смогли покрыть связью весь экватор?

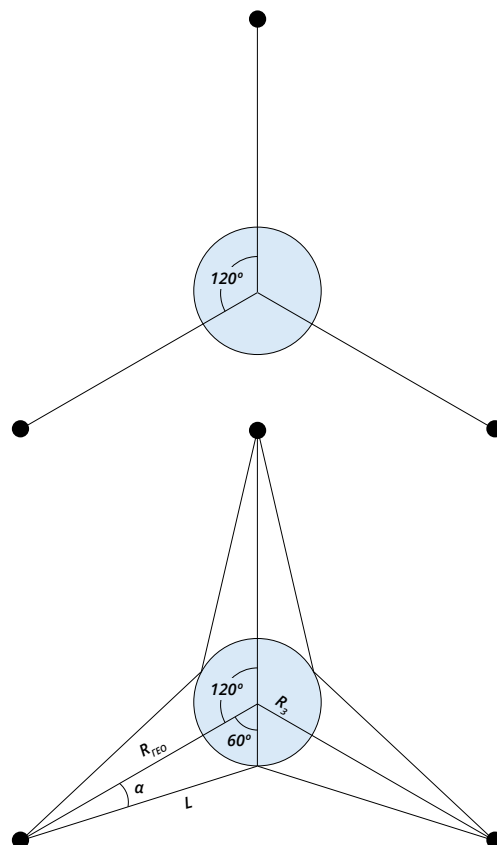


Радиус Земли считать равным 6370 км, высоту геостационарной орбиты – 35800 км.

Решение:

Если на геостационарной орбите предполагается использование трех спутников, то должны быть расположены на одинаково расстоянии друг от друга. Следовательно, они будут расположены под углом  $360^\circ/3 = 120^\circ$  друг к другу.

Тогда угол раскрыва антенны должен быть таким, чтобы охватывать дугу в  $120^\circ$ .



В данном случае необходимо определить угол  $\alpha$ , раскрывом антенны будет угол, равный  $2\alpha$ . Как видно из рисунка, получается треугольник с двумя известными сторонами и одним углом. Пользуясь теоремой косинусов, можно определить расстояние  $L$ :

$$L^2 = R_З^2 + R_{ГЕО}^2 - 2 \cdot R_З \cdot R_{ГЕО} \cdot \cos(60^\circ)$$

Радиус геостационарной орбиты определяется суммой высоты орбиты и радиуса Земли:

$$R_{ГЕО} = R_З + H_{ГЕО} = 6370 + 35800 = 42170 \text{ км}$$

Тогда:

$$L = \sqrt{6370^2 + 42170^2 - 2 \cdot 6370 \cdot 42170 \cdot \frac{1}{2}} = \sqrt{1548998900} \approx 39357.32 \text{ км}$$



По теореме синусов будет верным соотношение:

$$\frac{\sin \alpha}{R_3} = \frac{\sin(60^\circ)}{L}$$

Отсюда:

$$\sin(\alpha) = \frac{\sin(60^\circ) \cdot R_3}{L} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 6370}{39357.32} = 0.1402$$

$$\alpha = \arcsin(0.1402) = 8.059^\circ$$

Соответственно, раскрыв антенны, равный  $2\alpha$  будет равен  $16.118^\circ$

#### 4.1.2. Творческая задача по орбитальной механике (15 мин.)

Разбейте учащихся на две равные группы. Каждой команде выдается задание на небольшой «мозгостурм». Тема обсуждения следующая:

Спутники связи часто располагают на геостационарной орбите. Однако, этот подход имеет несколько недостатков, такие как:

- Связь не покрывает широты, расположенные ближе к полюсам земного шара.
- Сигнал идет с ощутимой задержкой сигнала, так как проходит приличное расстояние от земной поверхности до спутника и обратно.

**§** Предложите идеи, как можно обеспечить спутниковой связью непокрытые широты, а также уменьшить задержку сигнала.



В ходе обсуждения учащимся можно использовать интернет. Помимо этого, есть несколько тезисов, которые помогут им прийти к решению:

1. К геостационарным спутникам можно добавить несколько других спутников, расположенных на других орбитах. Исходя из этого, необходимо будет предложить, на каких орбитах эти спутники будут расположены. Тут можно воспользоваться уже данной выше информацией об орбитах, а также попробовать найти примеры подобного решения в интернете. Так как учащихся в группе несколько, они могут поделить задачи по поиску информации и генерации идей между собой. В выборе орбиты стоит обратить внимание на трек спутника, показывающий, над какими зонами будет проходит спутник, расположенный на данной орбите. Хорошим решением будет вариант использовать несколько небольших спутников на низких полярных орбитах.

2. Расширить передачу сигнала наземным комплексом, добавив в комплекс связи несколько ретранслирующих станций. В таком случае, учащиеся должны предположить, в каких зонах должны располагаться станции.

Ход обсуждения следует построить таким образом, чтобы на обсуждение у учащихся ушло не более 10 минут. По истечении времени каждая группа рассказывает про найденное решение.

#### 4.2. Задачи по радиосвязи

##### 4.2.1. Индивидуальная задача по информатике (10 мин.)

Условие:

Над одной точкой в небольшой период времени пролетают четыре спутника: «Михайло Ломоносов», «Сергей Королёв», «Метеор-К» и «StarLink». Позывные у спутников следующие:

Космический аппарат	Позывной
Михайло Ломоносов	ML
Сергей Королёв	SK
Метеор-К	MK
StarLink-17	SL

Наземной станцией было получено два сообще-



ния, подписанные следующим образом:

Подпись 1 аппарата	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
Подпись 2 аппарата	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0

Очевидно, во всех или некоторых сообщениях подпись была получена с ошибкой. Определите, какое сообщение от какого аппарата.

Известно, что каждый символ кодируется 5 битами, а при кодировке использовались следующие символы:

<i>K</i>	01001
<i>L</i>	11010
<i>M</i>	00111
<i>S</i>	10100

Составив Хеммингово расстояние для символов с ошибкой, исправьте ошибки и раскодируйте слово.

*Примечание. Хеммингово расстояние - количество различающихся битов в двоичных числах. Например, Хеммингово расстояние для символов K и L будет равно трем, так как они различаются тремя битами:*

0	1	0	0	1
1	1	0	1	0

Для всех приведенных выше символов Хеммингово расстояние представлено в таблице ниже.

	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>M</i>	<i>S</i>
<i>K</i>		3	3	4
<i>L</i>	3		3	3
<i>M</i>	3	3		3
<i>S</i>	4	3	3	

**Решение:**

Для начала определим, в каких символах допущена ошибка. Для этого разделим каждую из

подписей по 5 символов и постараемся однозначно сопоставить с кодировкой символов:

1-1	01111	не соответствует ни одному из символов
1-2	01001	соответствует символу «K»
2-1	00111	соответствует символу «M»
2-2	10010	не соответствует ни одному из символов

Составим Хеммингово расстояние для первого несовпадающего символа:

<i>K</i>	01001 01111	2
<i>L</i>	11010 01111	3
<i>M</i>	00111 01111	1
<i>S</i>	10100 01111	4

Вероятнее всего, ошибка допущена в символе «M» и соответственно это подпись аппарата «Метеор-K».

Повторим действия для второго символа:

<i>K</i>	01001 10010	4
<i>L</i>	11010 10010	1
<i>M</i>	00111 10010	3
<i>S</i>	10100 10010	2

Искомым символом скорее всего является «L», таким образом вторая подпись – аппарата «Михайло Ломоносов».

## § А как думаете, все ли указанные аппараты существуют в реальности?

**Ответ:** Михайло Ломоносов – аппарат, запущенный МГУ в 2016 году, предназначен для изучения атмосферы; Метеор – целая серия российских метеорологических спутников (однако аппарата с названием именно «Метеор-K» не существует); StarLink – группировка спутников, запущенная компанией SpaceX и предназначенная для создания глобальной интернет-сети; «Академик Сергей Королёв» – научно-исследовательское судно, которое сыграло весомую роль в истории космонавтики, космического аппарата такого однако нет.

**4.4.2. Творческая задача по радиосвязи (15 мин.)**

Условие:

Процесс передачи информации по радиоканалу - достаточно сложный процесс, и чтобы повысить надежность и качество передачи используются различные приемы. Одним из таких является способ передачи информации с помощью пакетов данных. Существует определенный свод правил, называемый протоколом связи. Одним из популярных среди радиолюбителей является, т. н. протокол AX.25, использующийся в том числе и в спутниковой связи.

Разбейте учащихся на две равные группы. Для каждой команды необходимо будет выполнить следующие шаги:

1. Придумать свой позывной. Длина позывного

должна быть не больше 7 символов.

2. Составить в двоичном коде сообщение для другой команды, которое соответствует следующему формату (упрощенный пакет протокола AX.25):

FLAG	ADDRESS	INFORM	FLAG
01111110	Позывной 1 + Позывной 2	Закодированное сообщение	01111110

Длина сообщения должна занимать не больше 32 символов.

3. Передать закодированное сообщение другой команде.

4. Расшифровать полученное сообщение

Для расшифровки и дешифровки сообщений используйте следующие таблицы:

А	11000000	И	11001000	Р	11010000	Ш	11011000
Б	11000001	Й	11001001	С	11010001	Щ	11011001
В	11000010	К	11001010	Т	11010010	Ъ	11011010
Г	11000011	Л	11001011	У	11010011	Ы	11011011
Д	11000100	М	11001100	Ф	11010100	Ь	11011100
Е	11000101	Н	11001101	Х	11010101	Э	11011101
Ж	11000110	О	11001110	Ц	11010110	Ю	11011111
З	11000111	П	11001111	Ч	11010111	Я	11100000

« »	00100000	–	00101101	0	00110000	5	00110101
!	00100001	.	00101110	1	00110001	6	00110110
-	00101010	/	00101111	2	00110010	7	00110111
+	00101011	=	00111101	3	00110011	8	00111000
,	00101100	?	00111111	4	00110100	9	00111001

## 5. ОЦЕНИВАНИЕ (5 МИН.)

### 5.1. Орбитальная механика

Тестовые вопросы для оценивания

Вопрос	Варианты ответа
При каких условиях можно считать, что объект является ИСЗ?	<input checked="" type="checkbox"/> Объект вращается вокруг Земли. <input checked="" type="checkbox"/> Объект движется по круговой или эллиптической траектории. <input checked="" type="checkbox"/> Объект имеет скорость около 7,9 км/с. <input type="checkbox"/> Объект обязательно должен выполнять полезную функцию.
В чем особенность геостационарной орбиты?	<input type="checkbox"/> Спутники, расположенные на ней, проходят над полюсами Земли <input checked="" type="checkbox"/> Спутник, находящийся на ней, «висит» над одной точкой Земли <input type="checkbox"/> Сигнал от таких спутников идет почти без задержки
На какой орбите можно разместить спутник, чтобы он всегда был на солнечной стороне Земли?	<input type="checkbox"/> Геостационарной <input type="checkbox"/> Геосинхронной <input type="checkbox"/> Полярной <input checked="" type="checkbox"/> Солнечно-синхронной

По опросу можно провести оценивание по следующим критериям:

- за каждый правильный начисляется два балла;
- за каждый неправильный ответ снимается два балла.

Максимально возможный балл: 10

Так как цель урока носит скорее ознакомительный характер, то в выставлении оценок нет строгой необходимости, поэтому это остается на ваше усмотрение.

#### Система выставления оценок:

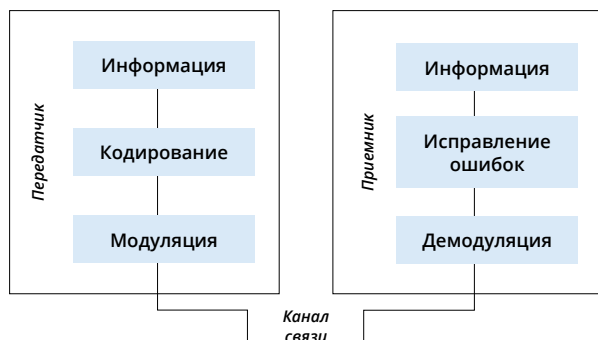
0-2 балла	неудовлетворительно
3-5 баллов	удовлетворительно
6-8 баллов	хорошо
9-10 баллов	отлично

## 5.2. Радиосвязь

Тестовые вопросы для оценивания

### Вопрос

Какого этапа связи не хватает в приведенной ниже схеме?



### Варианты ответа

- ☐ Подготовка информации к передаче
- ☒ Декодирование
- ☐ Радиоканал

Какие волны НЕЛЬЗЯ использовать для спутниковой связи?

- ☐ Ультракороткие
- ☒ Короткие
- ☒ Средние
- ☒ Длинные

Вставьте пропущенное слово в предложение: «Спутник связи работает как . . . , принимая отправленный на него сигнал, усиливая его, и отправляя в другую точку.»

- ☒ ретранслятор
- ☐ передатчик
- ☐ приемник

По опросу можно провести оценивание по следующим критериям:

- за каждый правильный начисляется два балла;
- за каждый неправильный ответ снимается два балла.

Максимально возможный балл: 10

Так как цель урока носит скорее ознакомительный характер, то в выставлении оценок нет строгой необходимости, поэтому это остается на ваше усмотрение.

### Система выставления оценок:

0-2 балла	неудовлетворительно
3-5 баллов	удовлетворительно
6-8 баллов	хорошо
9-10 баллов	отлично

## 6. РЕФЛЕКСИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА УРОКЕ (5 МИН.)

По итогу занятия важно провести рефлекссию, в ходе которой каждый учащийся для себя ответит на определенные вопросы.

Для этого необходимо заполнить таблицу со знаками (слайд №17), приведенную ниже.

	Темы урока	+	-	?
<b>Общая часть</b>	Ознакомиться с ролью спутников в повседневной жизни			
	Попробовать работать в команде			
<b>Орбитальная механика</b>	Узнать, что такое орбита КА			
	Познакомиться с основными типами орбит			
	Понять зависимость орбит и зон покрытия			
	Спроектировать собственную орбиту			
<b>Радиосвязь</b>	Узнать подробнее о структуре комплексов связи			
	Узнать подробнее об устройстве радиосвязи			
	Узнать о специфике космической связи			
	Осуществить кодирование и декодирование сообщения			

В данном случае знаки означают: «+» - все понятно; «-» - ничего не понятно; «?» - интересно, хочу узнать больше. Соответствующий бланк с таблицей также есть в раздаточных материалах для учеников.

В самом конце желательно добавить несколько слов о профиле олимпиады НТИ и посмотреть одно из предлагаемых видео. Если вам стала интересна тема спутников, то среди профилей олимпиады НТИ есть профиль «Спутниковые системы», который занимается как раз ими:

[https://youtu.be/GV9DXPqq\\_zg](https://youtu.be/GV9DXPqq_zg)

<https://www.youtube.com/watch?v=h1Zue-U9Kwk&list=PLIYcDPQy11Z43A30IXSEQwMYa0KcsBb3j>

Что нужно для участия в профиле:

- не быть равнодушным к космосу или технике;
- уметь программировать или не бояться начать

это делать;

- быть готовым по-другому взглянуть на физику;
- любить работать в команде.

**Дополнительная информация, которую можно также дать по завершении урока.**

Создание и применение спутников - одна из основных прикладных задач космической отрасли, которой занимаются крупные организации. Однако на орбите Земли есть аппараты, собранные с участием студентов и даже школьников - такие как, например, аппараты серии СириусСат (видео запуска можно найти по ссылке <https://www.youtube.com/watch?v=PMQxbhop1NU>).

## Полезные ссылки, дополнительный материал для изучения

<https://nti.orbitagame.ru/> – учебный онлайн-сервис проектирования космических миссий «Орбита. Челлендж» (включает открытый курс задач по подготовке к профилю «Спутниковые системы» Олимпиады КД НТИ).

<https://stepik.org/course/650/promo> – курс об устройстве космических аппаратов.

<https://stepik.org/course/2119/promo> – курс, посвященный основам проектирования космических аппаратов.

<https://www.youtube.com/watch?v=eOdEgliEMao> – видео о спутниках связи.

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLIYcDPQy11Z4uKdxBDkA8-Gw7qiB7uaYV> – видеоразбор задач олимпиады КД НТИ профиля «Системы связи и ДЗЗ» за 2018 год.

<http://www.sat.belastro.net/index.php> – ресурс с теорией по орбитальной механике и методике наблюдений ИСЗ на ночном небе.

<https://stepik.org/57939> – история-квест с решением логических задач.

---