

Государственная корпорация по космической деятельности Роскосмос  
Министерство просвещения Российской Федерации

**Методические рекомендации по выполнению  
практических работ  
по программе  
Навигация**

г. Москва, 2020 г.

## Содержание

1. Предисловие.....	3
Организация практических работ по учебной дисциплине .....	4
1.1. Общие положения .....	4
1.2. Проведение практических работ.....	4
1.3. Оформление отчета по практическим работам.....	5
2. Практические работы.....	5
Практическая работа № 1 .....	5
Практическая работа № 2 .....	7
Практическая работа № 3 .....	8
Практическая работа № 4 .....	9
Практическая работа № 5 .....	10
Практическая работа № 6 .....	11
Практическая работа № 7 .....	12
Практическая работа № 8 .....	13
Практическая работа № 9 .....	14
Практическая работа № 10 .....	16
Практическая работа № 11 .....	19
Практическая работа № 12 .....	21
Практическая работа № 13 .....	22
Практическая работа № 14 .....	23
Практическая работа № 15 .....	24
Практическая работа № 16 .....	26
Практическая работа № 17 .....	27
Практическая работа № 18 .....	28
Список литературы .....	30
Основная литература .....	30
Дополнительная литература.....	30
Интернет ресурсы.....	31

## Предисловие

Данные методические рекомендации разработаны для учащихся 7 класса (12-13 лет) по дисциплине «Навигация».

В методических указаниях содержатся правила выполнения практических работ, цель выполнения работы, задания, содержание отчета и список литературы.

Выполнение учащимися практических работ происходит во втором полугодии, в ходе которых осуществляется практическое применение полученных знаний при решении комплексных творческих задач, связанных с реализацией Федеральной космической программы Российской Федерации.

Выполнение учащимися практических работ направлено на:

- закрепление знаний в области навигации;
- развитие умения обработки информации в морской, воздушной и космической навигации;
- развитие умения проведения исследовательски - аналитической работы;
- воспитание дисциплинированности и ответственности;
- воспитание патриотизма;
- формирование мотивационных устремлений к изучению и стремлению к самосовершенствованию в области навигации.

## **Организация практических работ по учебной дисциплине**

### **1.1. Общие положения**

Актуальность и практическая значимость методических рекомендаций по практическим работам в данной дисциплине обуславливается тем, что полученные на занятиях знания и приобретенные навыки становятся необходимой теоретической и практической основой для дальнейшего участия учащихся в космической программе, выборе будущей профессии, в определении жизненного пути.

Цели и задачи данных методических рекомендаций по проведению работ по данной дисциплине, направлены на упорядоченность требований к структуре и содержанию практических занятий. Основополагающая задача заключается в том, чтобы обеспечить осознанность, целесообразность и эффективность педагогических практик применения современных педагогических технологий.

Практические работы относятся к основным видам учебных занятий, направленных на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формированию знаний, умений и навыков, необходимых при подготовке космонавтов, они составляют важную часть теоретической и практической подготовки.

В процессе практической работы учащиеся выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

### **1.2. Проведение практических работ**

Все практические занятия по дисциплине «Навигация» проходят в учебном классе, под присмотром преподавателя. Каждое практическое занятие длится 45 минут (1 академический час).

Практические занятия по данной дисциплине имеют следующие структурные элементы работы:

- организационные моменты;
- повторение пройденного материала;

- закрепление изученного материала и отработка практических умений;
- домашнее задание.

Во время проведения практических занятий, преподаватель использует фронтальную и индивидуальную форму обучения.

### **1.3. Оформление отчета по практическим работам**

Отчеты по выполнению практических работ по дисциплине «Навигация» оформляются в специальных тетрадях. Тетрадь для практических работ по навигации - тонкая тетрадь в клеточку, толщиной 12 - 18 листов. Тетрадь для практических работ проверяется учителем после каждой проведенной работы, оценки выставляются каждому ученику. Практические работы проводятся как индивидуально, так и для пары или группы обучающихся.

Отчет должен содержать:

- тему и цель практической работы;
- ход проведения работы, расчеты, рисунки, таблицы, вводные данные (все в зависимости от задания практической работы);
- вывод.

## **2. Практические работы**

### **Практическая работа № 1**

Ориентирование на местности различными способами

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

- изучить способы ориентирования на местности с помощью компаса;
- развить навыки пользования компасом и ориентирования карты по компасу;
- развить воображение, сообразительность, познавательный интерес.

**Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.

2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Работа проводится в парах.

Учащиеся самостоятельно либо их делит преподаватель по парам.

Укажите стрелками части компаса:



МАГНИТНАЯ СТРЕЛКА  
КОРПУС  
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ

Каждой паре учащихся выдается компас, по которому нужно определить:

- в какую сторону горизонта обращены окна класса;
- направление, в котором расположена дверь класса;
- направление, в котором расположен стол учителя;
- направление, в котором находится школьная столовая;
- направление, в котором находится школьный двор;
- в каком направлении расположена доска в классе.

Дополнительно каждой паре учащихся выдается карта, которую необходимо ориентировать по компасу. Пошаговый процесс:

- приложить компас к боковой рамке карты;
- повернуть карту вместе с прибором так, чтобы северная часть стрелки указывала на верхнюю рамку карты;
- сама стрелка располагается параллельно боковой рамке.

Схематично зарисуйте сориентированную по компасу карту, отобразите стороны горизонта и крупные населенные пункты.

#### 4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся ознакомились с устройством компаса, получили навыки пользования компасом и ориентирования карты по компасу. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

## **Практическая работа № 2**

Ориентирование на местности по природным явлениям

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

### **Цель работы:**

- изучить способы ориентирования по местным признакам;
- развить навыки ориентирования на местности по природным явлениям.

### **Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Работа проводится в парах.

Учащиеся самостоятельно либо их делит преподаватель по парам. Необходимо заполнить таблицу, используя предложенные местные признаки:

Кора берез светлее, более крутая сторона муравейника, обильнее смола на стволах хвойных деревьев, снег раньше тает весной на склонах, гуще лишайник на стволах, грубее кора деревьев.

На севере	На юге
...	...

Представьте, что вы оказались ночью в лесу и вам необходимо определить стороны горизонта. Небо ясное, из приборов у вас имеются часы. Составьте план ориентирования на местности.

#### 4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки по определению сторон горизонта с помощью небесных светил и предметов местности. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

### Практическая работа № 3

Различные навигационные системы

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

#### **Цель работы:**

- изучить классификации навигационных систем;
- сформировать знания о понятиях «спутниковая система навигации» и «инерциальная навигация».
- развить навыки по определению преимуществ и недостатков различных навигационных систем.

#### **Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.



Составьте таблицу с преимуществами и недостатками спутниковых и инерциальных систем:

п/п	Преимущества	Недостатки
Спутниковая навигационная система	...	...
Инерциальная навигационная система	...	...

Подумайте над навигационной системой, в которой сочетаются преимущества спутниковой и инерциальной навигационных систем. Сформулируйте название, параметры для определения, устройство системы и области применения.

#### 4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки по определению преимуществ и недостатков различных навигационных систем. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

### **Практическая работа № 4**

#### Автомобильная навигация

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

- изучить используемые на автотранспорте спутниковые навигационные системы;
- сформировать представление о функциях автомобильной навигационной системы;
- развить навыки пользования автомобильной навигационной системой.

### **Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Представьте, что вам необходимо добраться из пункта А в пункт Б. У вас имеется автомобильная навигационная система – навигатор. Составьте план начала пользования GPS-устройством. Опишите план действий для достижения пункта Б с использованием GPS-устройства и какие задачи решает автомобильная навигационная система до начала маршрута и в процессе.

4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки составления маршрута с помощью автомобильной навигационной системы. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

### **Практическая работа № 5**

Референц-эллипсоид, основные точки, линии и плоскости наблюдателя на земной поверхности

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

#### **Цель работы:**

– развить навыки правильного определения основных точек, линий и плоскости наблюдателя на земной поверхности.

### **Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.

3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Изобразите Землю в виде сферы (шара) и отобразите основные точки, линии и плоскости: земную ось, вертикальную или отвесную линию, зенит, надир, плоскость истинного горизонта наблюдателя, полуденную линию, вертикальные плоскости.

Рассчитайте полярное сжатие референц-эллипсоида:

- Ф.Н. Красовского с параметрами большой полуоси  $a = 6\,378\,245$  м и малой полуоси  $b = 6\,356\,863$  м;
- Модели WGS-84 с параметрами большой полуоси  $a = 6\,356\,863$  м и малой полуоси  $b = 6\,356\,863$  м.

4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки определения основных точек, линий и плоскостей наблюдателя, полярного сжатия референц-эллипсоидов. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

### **Практическая работа № 6**

Счет направлений в море, географические и полярные координаты

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

- формирование навыков расчета истинного курса, истинного пеленга и курсового угла.

**Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.

3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

- Определите ИП на ориентир, если ИК яхты равен  $65^\circ$ , а КУ составляет  $30^\circ$  пр.б.
- Определите ИП, если ИК =  $30^\circ$ , КУ =  $125^\circ$  л.б.
- Определите КУ, если ИК =  $170^\circ$ , ИП =  $45^\circ$ .
- Определите траверзное направление (пеленг) на маяк, если ИК =  $100^\circ$ , а маяк находится с левого борта.
- Определить истинный пеленг траверза, если ИК =  $340^\circ$ , а маяк находится с правого борта.

4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки по расчету истинного курса, истинного пеленга и курсового угла. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

### **Практическая работа № 7**

Дальность видимости горизонта и навигационных ориентиров

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

- познакомиться с системами счета направлений;
- научиться форме записи направлений в каждой из систем;
- изучить принцип действия приборов для выработки и измерения направлений в море.

**Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.

3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

- Рассчитать дальность видимости горизонта, если высота глаза наблюдателя на яхте составляет 3,5 м.
- Определить дальности видимости (открытия или закрытия) маяка, если его высота над уровнем моря составляет 75 м, а его высота глаза наблюдателя – 3 м.
- Рассчитать, на каком расстоянии откроется маяк, если на карте указана его дальность видимость 17,8 мили, а высота глаза наблюдателя на шлюпке 1 м.

4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки по расчёту дальности видимости горизонта и навигационных ориентиров. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

### **Практическая работа № 8**

Определение разности широт и разности долгот, приведенного магнитного склонения

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

- научиться рассчитывать разность широт и разность долгот, приведенное магнитное склонение.

**Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

- Судно вышло из пункта с координатами  $\varphi_1 = 59^\circ 54,8' \text{ N}$ ;  $\lambda_1 = 29^\circ 27,8' \text{ E}$  и прибыло в пункт с координатами  $\varphi_2 = 56^\circ 32,7' \text{ N}$ ;  $\lambda_2 = 16^\circ 37,6' \text{ E}$ . Определить РШ и РД.
- Судно совершило переход из точки с координатами  $\varphi_1 = 15^\circ 27,4' \text{ S}$ ;  $\lambda_1 = 168^\circ 57,4' \text{ W}$  в точку с координатами  $\varphi_2 = 32^\circ 51,2' \text{ N}$ ;  $\lambda_2 = 148^\circ 28,8' \text{ E}$ . Определить РШ и РД.
- Привести магнитное склонение к 2004 году, если указанное на карте магнитное склонение на 1987 г. составляет  $8,5^\circ \text{ W}$ , а его годовое изменение равно  $0,02^\circ$  к Е.
- Указанное на карте магнитное склонение на 1990 г. составляет  $9,8^\circ \text{ E}$ , а его годовое увеличение равно  $0,1^\circ$ . Привести магнитное склонение к 2005 г.

#### 4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки по расчёту разности широт и разности долгот, приведенного магнитного склонения. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

### Практическая работа № 9

Определение высоты полета воздушного судна

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

- научиться рассчитывать высоту полета воздушного судна.

**Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.

3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Учитель объясняет материал по теме урока.

**Высотой полета** называется расстояние по вертикали от самолета до земной поверхности. В практике самолетовождения в зависимости от уровня местности, над которой пролетает самолет, различают следующие высоты полета: барометрическую, условную барометрическую, относительную, истинную и абсолютную.

**Барометрической высотой** ( $H_б$ ) называется показание высотомера высоте полета самолета, барометрическая шкала которого установлена на атмосферное давление аэродрома вылета или посадки. Барометрическая высота рассчитывается по формуле:

$$H_б = H_{пр} + (\pm \Delta H),$$

где  $H_{пр}$  – показание высотомера на высоте полета, м;

$\Delta H$  – инструментальная поправка высотомера, м.

**Условной барометрической высотой** ( $H_{760}$ ) называется показание высотомера на высоте полета самолета, барометрическая шкала которого установлена на давление 760 мм рт. ст.

**Относительной высотой** ( $H_о$ ) называется высота полета самолета относительно уровня аэродрома вылета.

**Истинной высотой** ( $H_и$ ) называется высота полета самолета над уровнем пролетаемой местности. Вычисляется по формуле:

$$H_и = H_о - (\pm \Delta H_p),$$

где  $\Delta H_p$  – превышение или понижение пролетаемой местности относительно уровня аэродрома вылета, м;

$$\Delta H_p = H_M - H_{аэр},$$

где  $H_M$  – высота пролетаемой местности относительно уровня моря, м;

$H_{аэр}$  – высота аэродрома относительно уровня моря, м.

При полете самолета над местностью, которая не имеет превышения или понижения относительно аэродрома вылета, т.е.  $\Delta H_p = 0$ , истинная высота полета равна относительной:  $H_{и} = H_o$ .

**Абсолютной высотой ( $H_{абс}$ )** называется высота полета самолета относительно уровня моря.

$$H_{абс} = H_o + (\pm H_{аэр})$$

или

$$H_{абс} = H_{и} + (\pm H_{м}).$$

При взлете с поверхности моря и при полете над морем, если атмосферное давление над поверхностью моря постоянно, абсолютная, истинная и относительная высоты равны между собой т.е.

$$H_{абс} = H_{и} = H_{м}.$$

Задачи:

- $H_o = 3000$  м.  $H_{аэр} = 280$  м.  $H_{м} = 830$  м. Определить  $H_{и}$ .
- $H_o = 2500$  м.  $H_{аэр} = 310$  м. Определить  $H_{абс}$ .

4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки по расчёту высоты полета воздушного судна. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

## **Практическая работа № 10**

Определение безопасной высоты полета воздушного судна

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

- научиться определять безопасную высоту полета воздушного судна.



### **Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Учитель объясняет материал по теме урока.

**Безопасной высотой полета по маршруту** называется минимальная истинная допустимая высота, которая исключает возможность столкновения самолета и вертолета с земной или водной поверхностью и высокими искусственными наземными препятствиями. Безопасные высоты устанавливаются с учетом рельефа местности, искусственных наземных препятствий, погрешности показаний высотомера, а также возможных сильных восходящих и нисходящих потоков воздуха.

Безопасная высота по правилам полетов по приборам по маршруту должна быть не менее 400 м над равниной и холмистой местностью и водными пространствами и не менее 600 м при полетах над горами высотой до 2000 м, и 1000 м над горами высотой более 2000 м.

При полетах по маршруту категорически запрещается снижаться ниже установленной безопасной высоты полета.

Для обеспечения указанных истинных высот полета над наивысшей точкой рельефа местности по маршруту перед вылетом самолета по воздушной трассе для каждого этапа маршрута определяется безопасная высота полета.

Для определения безопасной высоты полета необходимо знать:

- наивысшую точку рельефа местности по маршруту в полосе по 25 км в обе стороны от линии заданного пути;
- максимальную высоту наземных препятствий;
- минимальное барометрическое давление по маршруту полета, приведенное к уровню моря.

В зависимости от условий полета расчет безопасной высоты определяется:

- по показаниям высотомера, барометрическая шкала которого установлена на делении, соответствующем 760 мм рт. ст.,

$$H_{\text{аэр.без}} = H_{\text{рел}} + H_{\text{и}} + 11(760 - P_{\text{прив.мин}}) - \Delta H_t,$$

где  $H_{\text{рел}}$  – максимальное превышение рельефа местности по маршруту полета над уровнем моря в полосе 25 км в обе стороны от линии заданного пути с учетом высоты наземных препятствий, м;

$H_{\text{и}}$  – установленная гарантийная минимальная истинная высота полета: 400 м при полетах над равниной и холмистой местностью, 600 м при полетах над горами высотой до 2000 м и 1000 м при полетах над горами более 2000 м, м;

$P_{\text{прив.мин}}$  – минимальное атмосферное давление на данном участке маршрута полета, приведенное к уровню моря, мм рт. ст.;

$\Delta H_t$  – методическая поправка на температуру на высоте полета, рассчитанная на НЛ-10, м;

- по показаниям высотомера, барометрическая шкала которого установлена на атмосферное давление аэродрома вылета,

$$H_{\text{аэр.без}} = H_{\text{и}} + \Delta H_{\text{рел}} - \Delta H_t,$$

где  $\Delta H_{\text{рел}}$  – поправка на топографический рельеф местности по маршруту полета относительно аэродрома вылета, определяемая по формуле:

$$\Delta H_{\text{рел}} = H_{\text{м}} + H_{\text{аэр.}}$$

$H_{\text{аэр.без}}$  рассчитывается при построении маневра захода самолета на посадку. Поправки на рельеф и высоту искусственных препятствий учитываются по максимальным величинам в полосе по 5 км от оси маршрута при визуальных полетах и по 10 км при полетах по приборам.

Для визуального полета ниже нижнего эшелона барометрическая шкала высотомера может устанавливаться на отсчет, равный минимальному атмосферному давлению на одном участке маршрута, приведенному к уровню

моря. Безопасная высота для полетов ниже нижнего эшелона при этом рассчитывается по формуле:

$$H_{\text{прив.без}} = H_{\text{и}} + H_{\text{рел}} - \Delta H_t.$$

Задача:

Наибольшее превышение местности над уровнем моря по маршруту полета в полосе по 25 км в обе стороны от линии заданного пути равно 320 м. Максимальная высота искусственных препятствий в районе полета равна 70 м. Минимальное барометрическое давление по маршруту полета, приведенное к уровню моря, составляет 740 мм рт. ст. Полет выполняется над равнинной местностью. Инструментальная поправка высотомера равна нулю. Определить безопасную высоту полета по показанию высотомера, барометрическая шкала которого установлена на делении, соответствующем 760 мм рт. ст.

4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки по расчёту высоты полета воздушного судна. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

## Практическая работа № 11

Принципы работы спутниковых навигационных систем

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

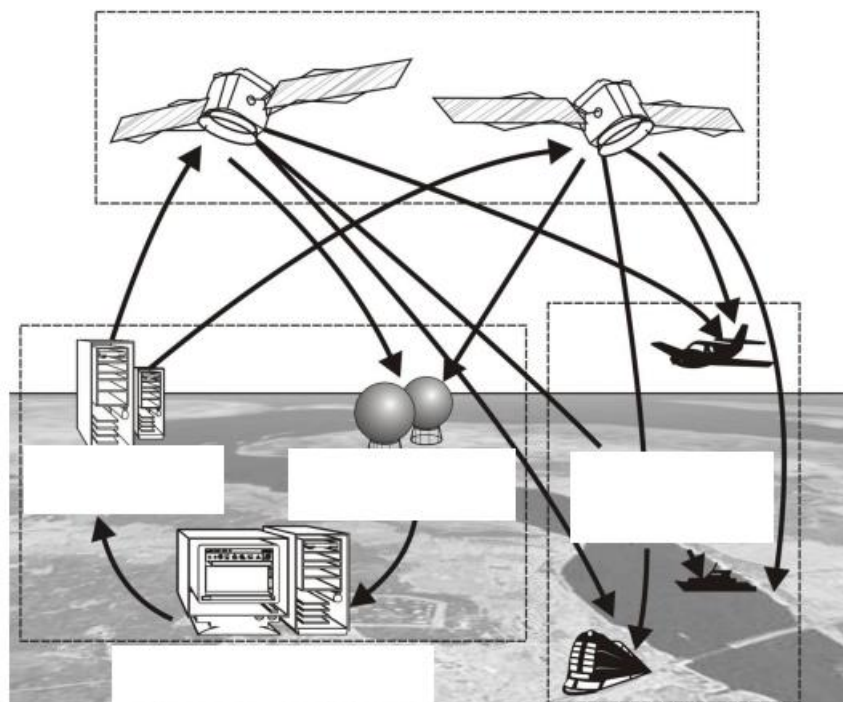
- изучить принципы работы спутниковых навигационных систем.

**Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.

3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

- Дополните схему недостающими элементами: подсистема космических аппаратов, станции слежения, подсистема контроля и управления, станции ввода данных, подсистема аппаратуры потребителей.



- Подумайте, что включает в себя передаваемая спутником информация, отличается ли передаваемая информация для GPS от ГЛОНАСС, что представляет собой спутниковый сигнал, какие расчеты выполняет приемник спутниковых навигационных систем.

#### 4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили представление о работе спутниковых навигационных систем. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

исправляет ошибки при выполнении работы.

## Практическая работа № 12

Структура спутниковых навигационных систем

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

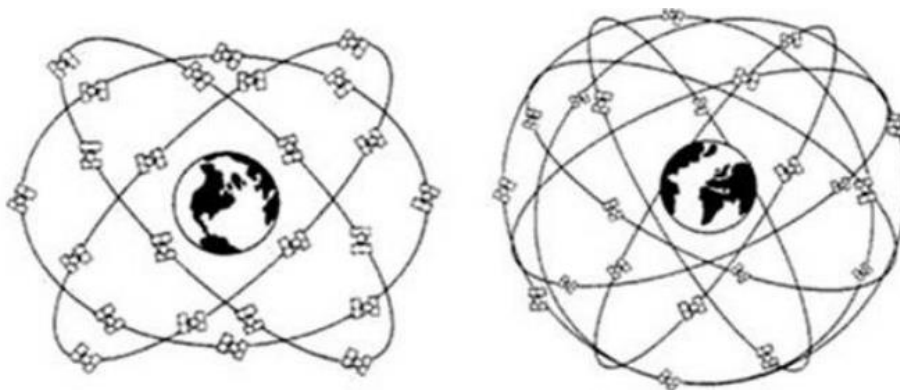
### **Цель работы:**

- изучить структуру спутниковых навигационных систем.

### **Ход практического занятия:**

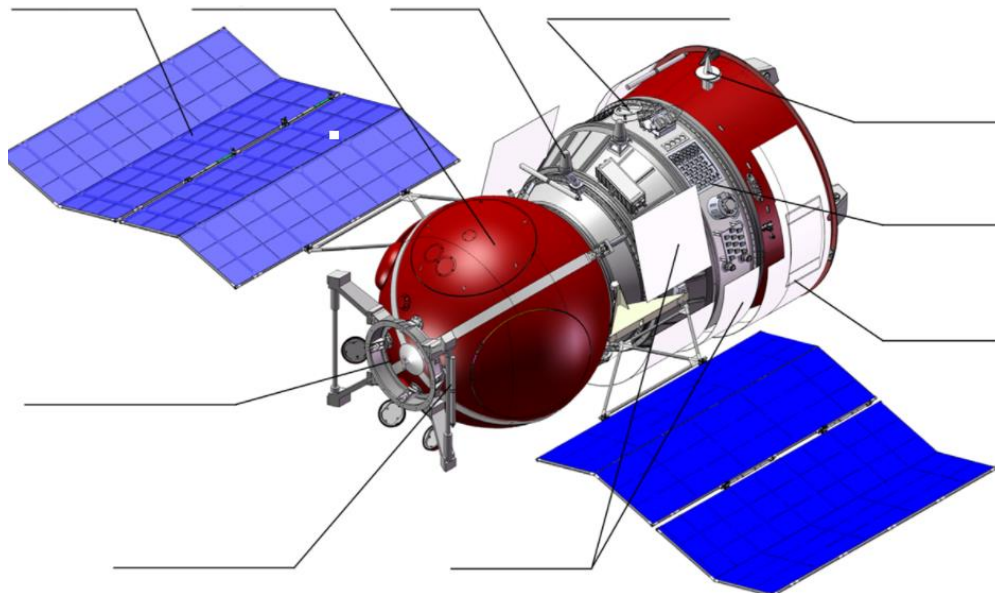
1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

- Сопоставьте схему орбит спутников с системой космических спутников ГЛОНАСС и GPS. Составьте требования для каждой из систем к высоте полета, количеству оборотов за 24 часа, углу плоскости орбит спутников с полюсом экватора, количеству спутников на одной орбите, оптимальному количеству спутников.



- Подумайте, где могут располагаться приемники сектора пользователя, как их можно классифицировать по назначению.
- Дополните схему спутника, указав его составляющие: солнечная батарея, антенна БКСВУ, спускаемый аппарат, платформа средств отделения, радиатор-охладитель, электромагнит системы сброса кинетического момента, антенна бортовой системы

телеметрических измерений, антенна бортовой аппаратуры командно-измерительной системы, приборный отсек, агрегатный отсек.



#### 4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки определения дальномерного расстояния аналитически. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

### Практическая работа № 13

История развития системы ГЛОНАСС

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

– изучить историю развития системы ГЛОНАСС.

**Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.

3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

- На основе теоретического материала составьте таблицу с хронологией развития Глонасс.

п/п	Событие
1957 г.	
1967 г.	
1979 г.	
1982 г.	
1993 г.	
1995 г.	
2002 г.	
2008 г.	...

- Подумайте, какие могли возникнуть проблемы при создании высокоорбитальной навигационной системы, как их можно было решить.
- Сформулируйте возможные усовершенствования системы ГЛОНАСС.

#### 4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили представление об истории развития Глонасс. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

### **Практическая работа № 14**

«Глонасс-М», «Глонасс-К»

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

- изучить устройство и работу «Глонасс-М», «Глонасс-К».

### **Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.
  - На основе теоретического материала составьте таблицу с характеристиками «Глонасс – М», «Глонасс – К».

п/п	«Глонасс – М»	«Глонасс – К»
Годы развертывания		
Состояние		
Гарантированный срок активного существования, лет		
Масса КА, кг		
Тип исполнения КА		
Наличие системы поиска и спасания		

- Сформулируйте основные причины выхода из строя спутников «Глонасс – М» и «Глонасс – К» и меры, предпринимаемые при выходе спутника из строя.

### 4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили представление об устройстве и работе «Глонасс – М», «Глонасс – К». Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

## **Практическая работа № 15**

Орбитальная группировка

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**



- изучить характеристики орбитальных группировок ГЛОНАСС, МКСР «Луч», МСПСС «Гонец-Д1М».

**Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

- На основе теоретического материала составьте сравнительную таблицу орбитальных группировок ГЛОНАСС, МКСР «Луч», МСПСС «Гонец-Д1М».

п/п	ГЛОНАСС	МКСР «Луч»	МСПСС «Гонец-Д1М»
Назначение			
Состав группировки			
Тип орбиты			
Высота орбиты			
Покрытие земного шара			
Масса			

- Составьте таблицу с преимуществами и недостатками ГЛОНАСС, МКСР «Луч», МСПСС «Гонец-Д1М».

п/п	ГЛОНАСС	МКСР «Луч»	МСПСС «Гонец-Д1М»
Преимущества			
Недостатки	...	...	...

4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили представление о работе спутниковых навигационных систем. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

## Практическая работа № 16

Орбитальная группировка

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

### **Цель работы:**

- изучить характеристики орбитальных группировок КОСПАС-САРСАТ, Дистанционного зондирования Земли.

### **Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

- На основе теоретического материала составьте сравнительную таблицу орбитальных группировок КОСПАС-САРСАТ, Дистанционного зондирования Земли.

п/п	КОСПАС-САРСАТ	Дистанционное зондирование земли
Назначение		
Состав группировки		
Структура системы		
Страны-участники	...	...

- Составьте таблицу с преимуществами, недостатками, перспективами развития КОСПАС-САРСАТ, Дистанционного зондирования Земли.

п/п	КОСПАС-САРСАТ	Дистанционное зондирование земли
Преимущества		
Недостатки		
Перспективы развития	...	...

4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили представление о работе спутниковых навигационных систем. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

## **Практическая работа № 17**

Программа «Сфера»

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

- изучить возможности применения программы «Сфера» в различных областях.

**Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Сформулируйте:

- задачи в Арктическом регионе, выполняемые программой «Сфера»;
- перспективы развития программы «Сфера»;
- основные трудности реализации программы.

Составьте схему. В центре поместите программу «Сфера», вокруг – системы, службы, услуги с использованием программы «Сфера».

4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили представление о программе «Сфера». Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

## **Практическая работа № 18**

### **Измерение дальномерных расстояний**

**Количество часов:** 45 минут (1 академический час).

**Цель работы:**

- научиться определять дальномерные расстояния аналитически.

**Ход практического занятия:**

1. Формулирование темы занятия.
2. Проверка готовности учащихся к занятию.
3. Проведение занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Учитель объясняет материал по теме урока.

Спутниковое позиционирование базируется на электронных методах геодезических измерений, в первую очередь на электронной дальнометрии, которая широко используется в наземной геодезии. В случае спутниковых измерений эти методы претерпели существенные изменения, обусловленные спецификой прохождения сигналов на космических трассах.

С помощью спутниковых приемников определяют расстояние от приемника до спутника. Принцип измерения расстояния аналогичен принципу измерения длин линий наземными свето- и радио-дальномерами. Основной измеряемой величиной в этих дальномерах является время  $\tau$ , затрачиваемое сигналом на прохождение удвоенного расстояния (в прямом и обратном направлениях). Если скорость распространения такого сигнала известна, то измеряемое расстояние определяется по формуле:

$$D = \frac{c\tau}{2}$$

где  $c$  – скорость распространения электромагнитной волны ЭМВ.

Скорость света известна с высокой точностью, обеспечивающей требования высокоточных геодезических измерений: 300 тыс. км/с, в качестве современной оценки скорости света в вакууме принято значение  $c_0 = 299\,792\,458 \pm 1,2$  м/с.

Метод измерения расстояний свето- и радиодальномерами называют двусторонним, т. к. время излучения и приема сигнала регистрируется одними и теми же часами, поэтому не возникает проблемы синхронизации часов.

В спутниковых технологиях находят применение односторонние (беззапросные) методы дальномерных измерений, основная особенность которых состоит в том, что передающее устройство располагают на спутнике, а приемное – на наземном пункте.

При этом сигнал проходит измеряемое расстояние только в одном направлении – от спутника до приемника. Если в этом случае момент излучения и момент приема сигнала зафиксированы точно синхронизированными часами, расположенными на спутнике и приемнике, то измеряемое расстояние  $D$  равно:

$$D = c\tau$$

где  $\tau$  – время прохождения сигналом расстояния от спутника до приемника.

Главной трудностью при определении расстояния от спутника до приемника является точное выделение момента времени, в который проделан радиосигнал со спутника.

Задача:

Определите расстояние от спутника до приемника, если скорость света  $c_0 = 300\,000\,000$  м/с, время прохождения сигналом расстояния от спутника до приемника  $\tau = 0,25$  с:

- сигнал проходит измеряемое расстояние только в одном направлении;
- сигнал проходит удвоенное измеряемое расстояние.

4. Домашнее задание.

По завершению урока учитель акцентирует внимание на поставленных учащимися целях, уточняет, достигли ли учащиеся этих целей, и объясняет особенности выполнения домашнего задания.

В ходе практического занятия учащиеся получили навыки определения дальномерного расстояния аналитически. Преподаватель в ходе занятия исправляет ошибки при выполнении работы.

## **Список литературы**

### ***Основная литература***

1. Большая энциклопедия космоса. Жилинская А. серия Disney. Удивительная энциклопедия. Издательство Эксмо, 2015.
2. О Земле и Космосе. Зигуненко С.Н., Мещерякова А.А., Собе-Панек М.В. Аванта, 2018.
3. Космос. Прошлое, настоящее, будущее. Левитан Е.Ф., Первушин А.И., Сурдин В.Г. АСТ, 2018.
4. Космос. Хомич Е.О. АСТ, 2016.

### ***Дополнительная литература***

1. Сыромятников В. С.100 рассказов о стыковке и о других приключениях в космосе и на Земле. Часть 2: 20 лет спустя. — М.: Университетская книга, Логос, 2008.
2. Левантовский В.И. Механика космического полета в элементарном изложении, издание второе, дополненное и переработанное — Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1974.
3. Уманский С.П. Ракеты-носители. Космодромы — М., Рестарт+, 2001г.;
4. И.Б. Афанасьев, Ю.М. Батурин, А.Г. Белозерский, Мировая пилотируемая космонавтика. История. Техника. Люди— М.: Издательство «РТСофт», 2005.
5. Лахтина Н.Ю.Техническое обеспечение телематических систем. Системы определения местоположения и идентификации транспортных средств:

методическое пособие / Н.Ю. Лахтина, К.Г. Манушакян. – М.: МАДИ, 2017.

6. Куприянов А.О. Глобальные навигационные спутниковые системы: Учебное пособие. – М.: МИИГАиК, 2017.

#### *Интернет ресурсы*

1. <https://aviationtoday.ru/poleznoe/pervyj-samolet-v-istorii.html#i>
2. <https://habr.com/ru/post/362721/>
3. <http://spacerockethistory.com/>
4. <https://histrf.ru/lichnosti/biografii/p/gagharin-iurii-alieksieievich>
5. <https://vks.spb.ru/pamyatnye-daty/84-14-15-yanvary-a-1969-g-sostoyalas-pervaya-stykovka-na-orbite-pilotiruemyh-korabley-soyuz-4-i-soyuz-5.html>
6. <https://rg.ru/2019/01/15/pervaia-stykovka-korablej-na-orbite-mogla-zakonchitsia-tragicheski.html>
7. <https://vc.ru/future/70939-kratkaya-istoriya-sovetskih-kosmicheskikh-stanciy-ot-salyuta-1-do-mira>
8. <https://habr.com/ru/post/399511/>
9. <https://www.roscosmos.ru/29535/>
10. <https://www.roscosmos.ru/21922>