

Тема №2 Зенитная управляемая ракета 9М39.

**Занятие №16 Устройство и
принцип работы автопилота
ЗУР 9М39.**

Вопросы занятия:

1-ый вопрос: Принцип действия одноканальной системы управления.

2-ой вопрос: Общее устройство автопилота ЗУР 9М39.

3-ий вопрос: Работа автопилота ЗУР 9М39 по функциональной схеме.

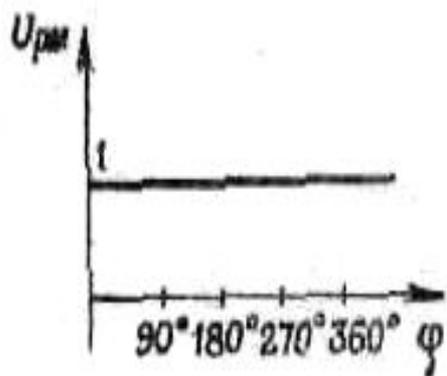
1-ый вопрос: Принцип действия одноканальной системы управления.

Система управления полетом ракеты предназначена для осуществления выбранного метода наведения.

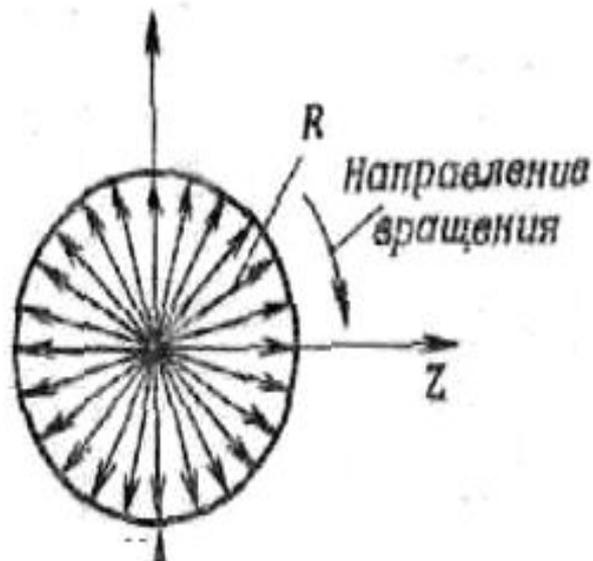
В качестве измерителя угловой скорости линии ракета-цель используется одноканальная гироскопическая головка самонаведения.

В основу построения бортовой аппаратуры положен принцип одноканального управления вращающейся ракетой с работающим в релейном режиме исполнительным органом (рулевая машинка с рулями). Сущность метода одноканального управления заключается в том, чтобы одним исполнительным органом, используя вращение ракеты, создать управляющую силу в любом направлении пространства.

Схема формирования команд представлена на рис.1. Ось поворота рулей жестко связана с ракетой и вращается вместе с ней. Управляющая сила направлена под прямым углом к оси вращения рулей.

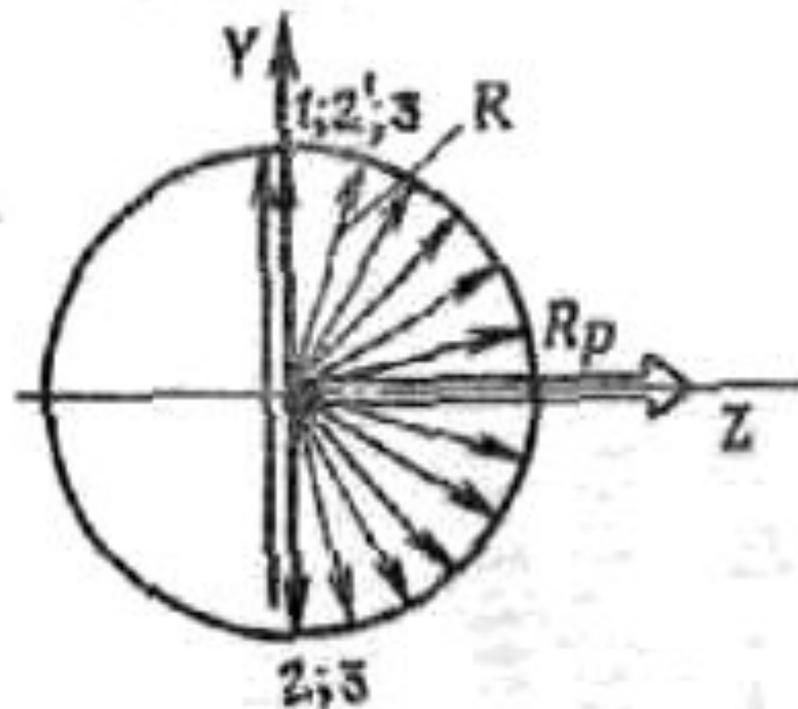
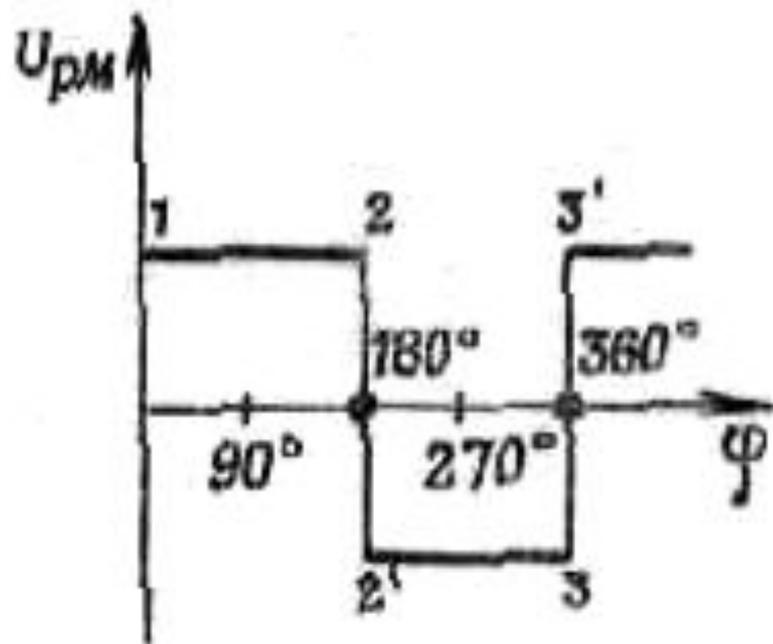


a)



При подаче на рулевую машинку сигнала только одной полярности (рис. 1, а), рули будут находиться в одном и том же отклоненном положении, результирующая управляющая сила в процессе одного оборота ракеты будет равна нулю.

При подаче на рулевую машинку двухполярного сигнала на частоте вращения корпуса ракеты (рис. 1, б) рули будут перебрасываться через пол-оборота из одного положения в другое, что приведет к созданию максимальной по величине результирующей управляющей силы R_p . Направление результирующей силы R_p можно изменять, меняя фазу управляющего сигнала.

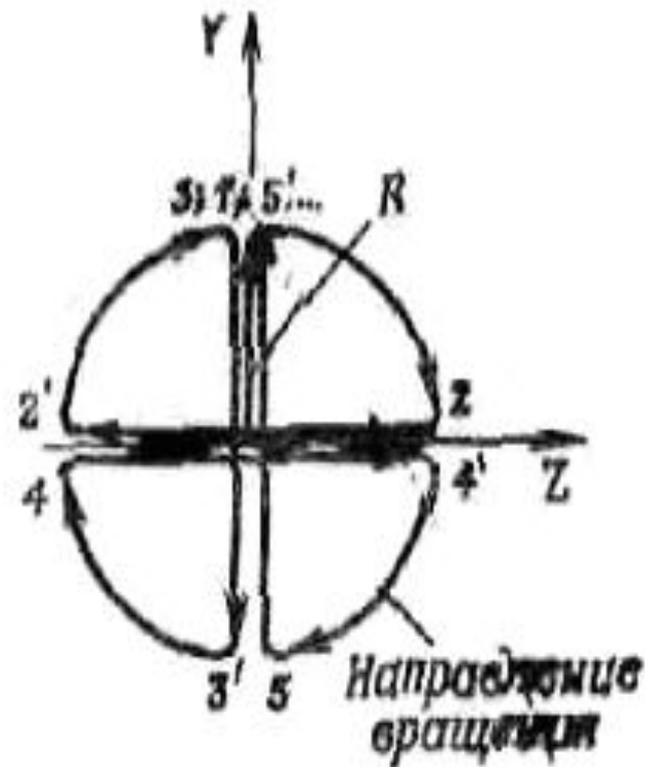
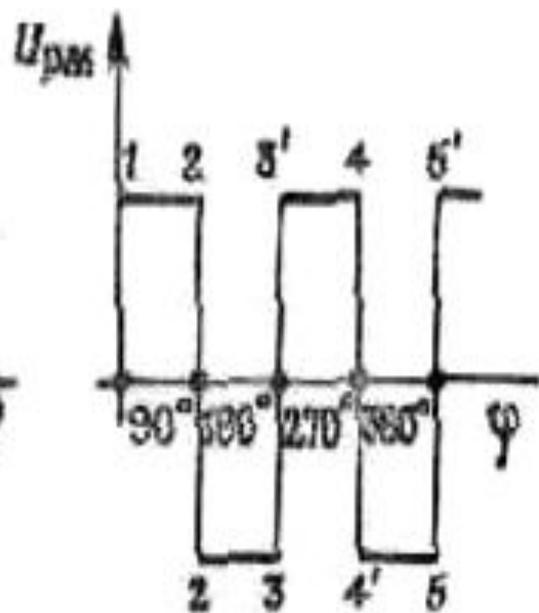
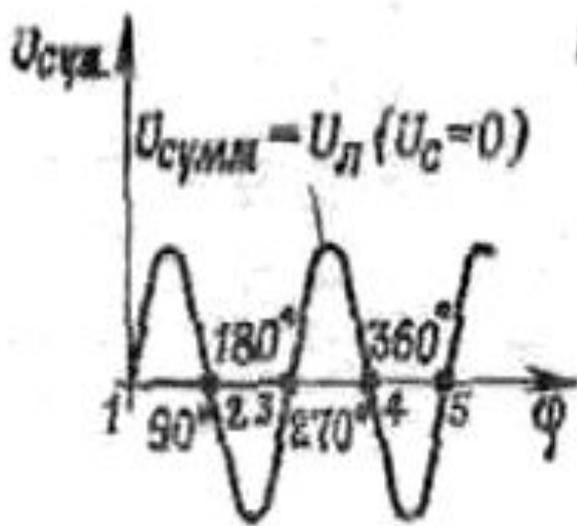


б)

На рис. 1, б показан случай, когда переброс рулей происходит при горизонтальном положении оси их поворота. При этом результирующая управляющая сила направлена вправо. Чтобы получить пропорциональную зависимость управляющей силы от амплитуды управляющего сигнала, в систему управления введена вынужденная линейризация синусоидальным напряжением.

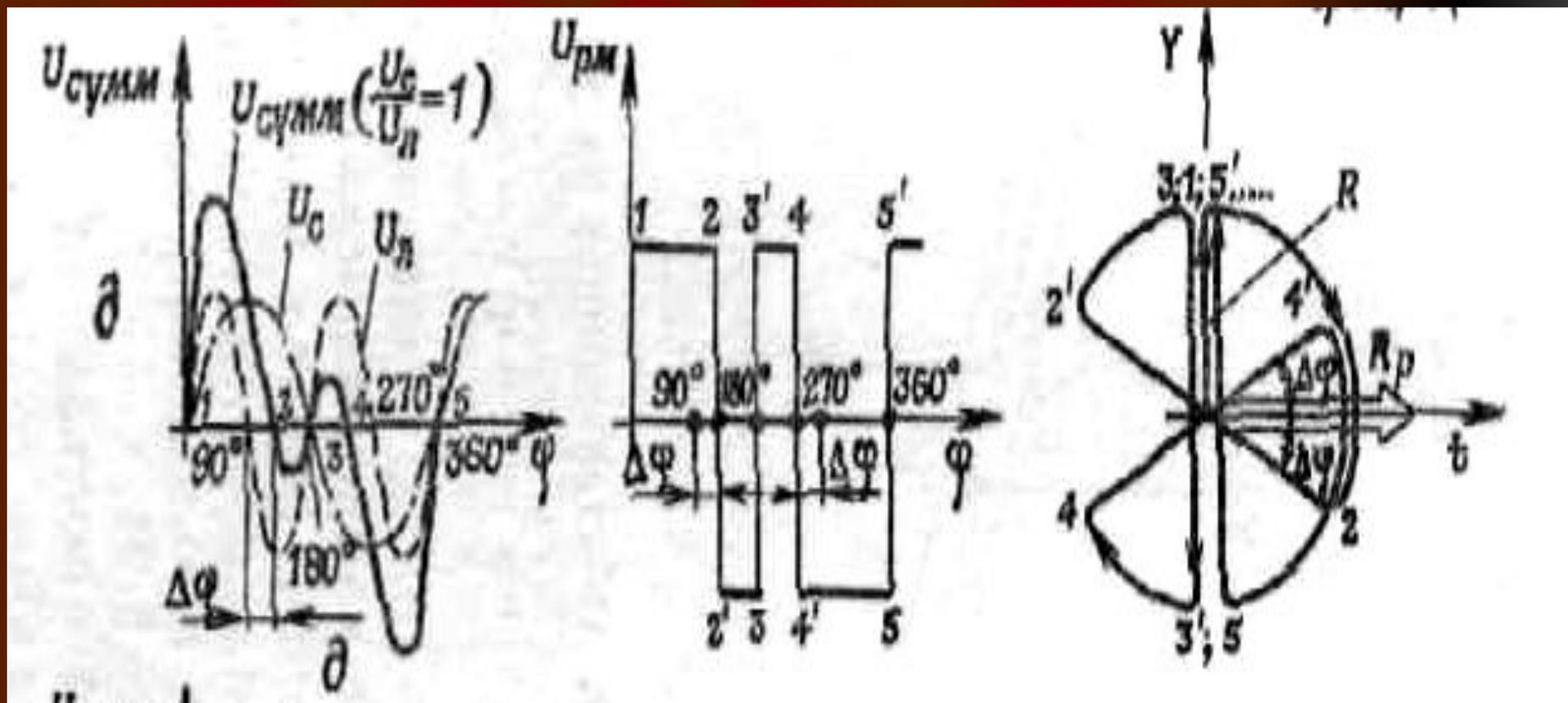
Сигнал линейризации U_l , имеющий, например, удвоенную частоту, складывается с управляющим сигналом U_c в сумматоре автопилота ОГС, образуя суммарный сигнал $U_{сумм}$. С выхода усилителя мощности автопилота сигнал прямоугольной формы $U_{рм}$ поступает на рулевую машинку.

При отсутствии управляющего сигнала на рулевую машинку поступает сигнал только от одной линеаризации (рис. 1.г), рули будут перебрасываться через 90° и результирующая управляющая сила в процессе одного оборота ракеты будет равна нулю.



г)

При наличии управляющего сигнала (рис. 1.д) переборс рулей от суммарного сигнала $U_{\text{сумм}}$ будет происходить за один оборот ракеты также четыре раза, но уже через $90^\circ \pm \Delta\varphi$, что приведет к появлению результирующей силы R_p , пропорциональной амплитуде управляющего сигнала U_c .



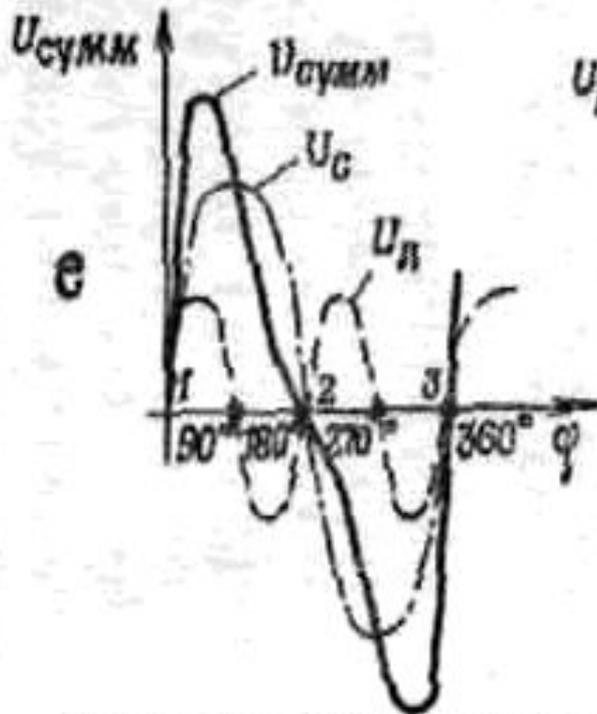
Предположим, что управляющая сила R в начальный момент направлена в сторону точки 1. При вращении ракеты по часовой стрелке управляющая сила R перемещается от точки 1 к точке 2 (так как суммарный сигнал $U_{\text{сумм}}$ и соответственно сигнал $U_{\text{рм}}$ между точками 1 и 2 не меняют полярности). В точке 2 происходит переброс рулей (сигнал $U_{\text{сумм}}$ меняет полярность), направление управляющей силы переходит из положения 2 в положение 2', Далее управляющая сила перемещается в направлении точки 3 (сигнал $U_{\text{сумм}}$ между точками 2 в 3 не меняет полярности). В точке 3 происходит переброс рулей (меняется полярность сигнала $U_{\text{сумм}}$), направление управляющей силы из положения 3 переходит в положение 3'. Далее управляющая сила переходит в положение точки 4 (полярность сигнала $U_{\text{сумм}}$ постоянна). В точке 4 происходит переброс рулей (сигнал $U_{\text{сумм}}$ меняет полярность), направление управляющей силы из положения 4 переходит в положение 4'.

Управляющая сила перемещается в направлении точки 5 (полярность сигнала Усумм постоянна). В точке 5 происходит переброс рулей (сигнал Усумм меняет полярность) и направление управляющей силы из положения 5 переходит в положение 5'.

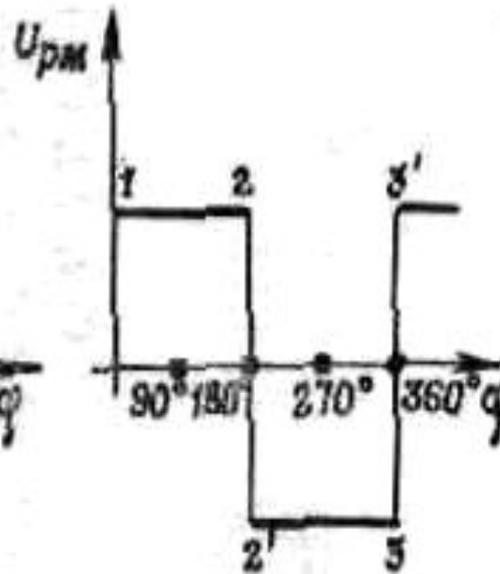
Как видно из рис. 1, д, за полный оборот ракеты управляющая сила заполняет площади секторов, ограниченные дугами 1-2, 2'-3, 3'-4, 4'-5. Секторы 2'-1-4' и 4-3'-2 взаимно уравниваются. Неуравновешенной остается площадь сектора, ограниченного дугой 4'-2. Величина этой площади зависит от амплитуды управляющего сигнала U_c и определяет величину, а направление оси симметрии неуравновешенного сектора - направления результирующей управляющей силы.

Таким образом, при одноканальном методе формирования команды с введением сигнала линеаризации величина результирующей управляющей силы зависит от амплитуды, а его направление - от фазы управляющего сигнала.

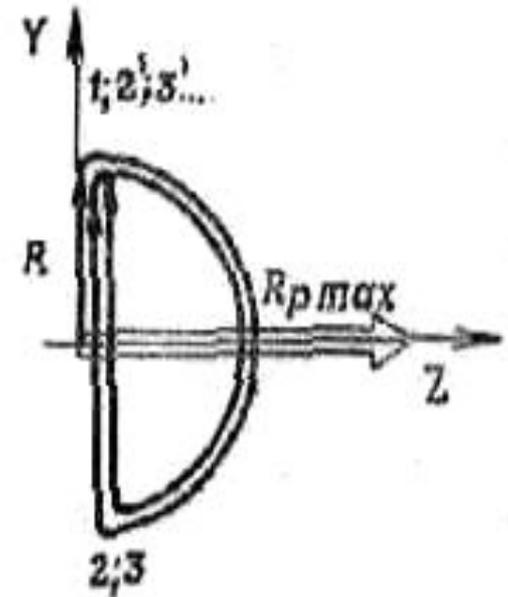
При наличии управляющего сигнала U_c , превышающего по амплитуде сигнал линеаризации в 1,5—2 раза (рис. 2, е), подаваемый на рулевую машинку сигнал $U_{рм}$ вызовет переброс рулей из одного положения в другое через пол-оборота ракеты. Подобный случай разобран выше (рис. 1. б). Результирующая управляющая сила R_p при этом максимальная.



Сигнал в сумматоре



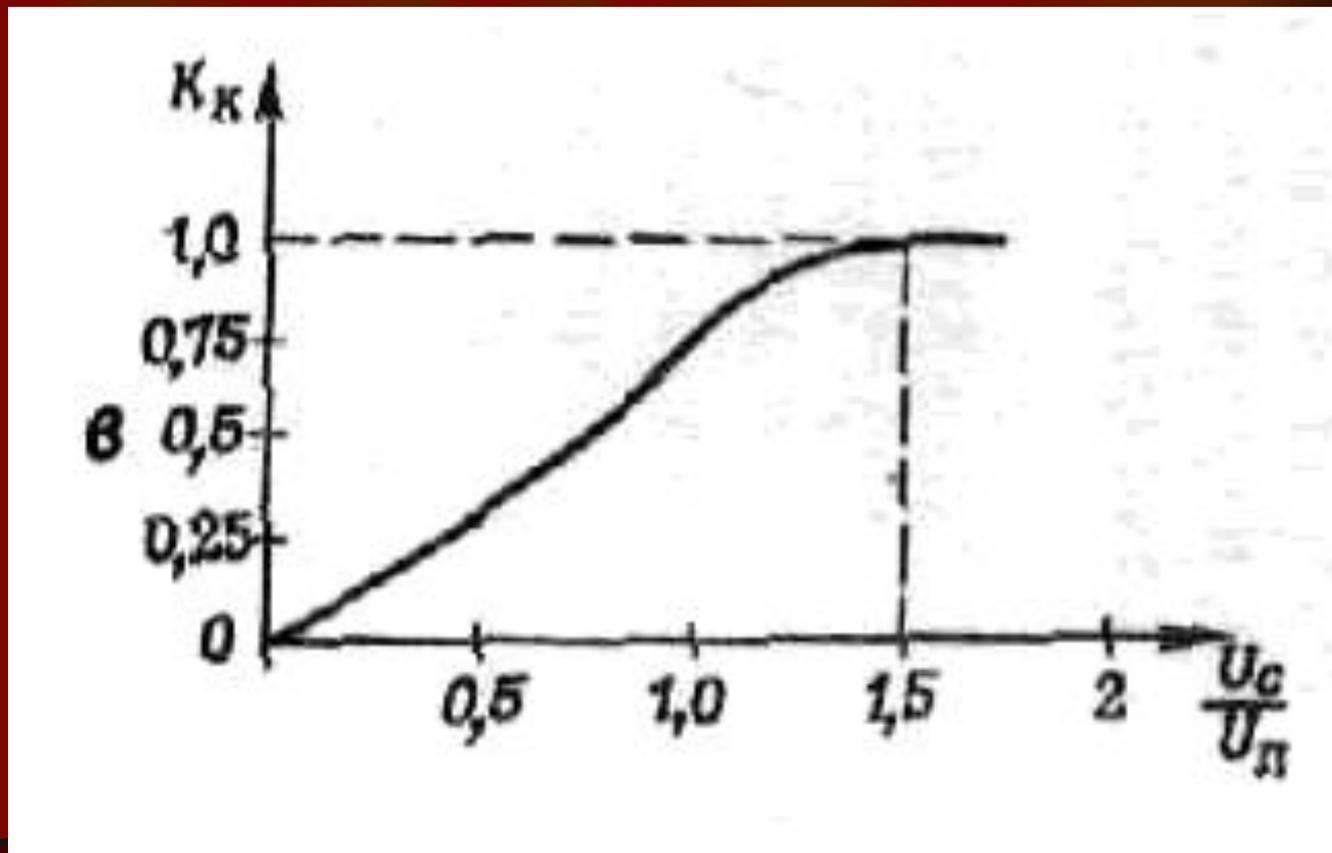
Сигнал на выходе автопилота (на обмотках РМ)



Положение результирующей управляющей силы R_p в пространстве

Величина результирующей управляющей силы характеризуется коэффициентом команды K_k , под которым понимается степень использования максимальной результирующей управляющей силы.

Зависимость коэффициента команды от соотношения амплитуды управляющего сигнала U_c и сигнала линеаризации U_l приведена на рис. 1, в.



При изменении фазы управляющего сигнала на -90 , $+90$ и 180° можно получить результирующую силу, направленную соответственно вниз, вверх и влево. (Рис.3)

2-ой вопрос: Общее устройство автопилота ЗУР 9М39.

