

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВОМ ПО КАНАЛУ УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ

В.А. ГАНЭ, ДИЯБ АБДАЛЛАХ С.А.О.

*Белорусский национальный технический университет  
пр. Независимости, 65, Минск, 220013, Беларусь*

*Поступила в редакцию 3 марта 2010*

Сформулирована и решена актуальная задача оценки эффективности управления автотранспортным средством по каналу управления скоростью движения. Учтены модели операторов-водителей с низкой, средней и высокой степенями мотивационного восприятия дорожной обстановки, а также модель канала управления скоростью движения. Моделирование проводилось с использованием MATLAB.

*Ключевые слова:* автотранспортное средство, моделирование, управление скоростью движения, эффективность.

Рассмотрим решение задачи моделирования эффективности управления автотранспортным средством по каналу скорости движения. Модель управления структурно включает модель оператора-водителя соответствующей степени мотивационного восприятия дорожной обстановки и модель исполнительного устройства, определяющего величину скорости движения [1].

Передаточная функция колесного автотранспортного средства при управлении скоростью движения механизмом топливоподачи описывается выражением  $K_c(p)=k/(1+Tp)$  [2].

Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства с низкой степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью движения имеет вид, представленный на рисунке, а.

Анализ результатов поведенческого моделирования операторов-водителей с низкой степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью движения автотранспортного средства показывает, что при постоянных (не изменяющихся во времени) задающих воздействиях на канал управления скоростью движения существует установившееся значение динамической ошибки. Величина установившегося значения ошибки  $e_{2x}$  обратно пропорциональна коэффициенту преобразования автотранспортного средства при управлении скоростью движения  $k'$  и не зависит от постоянной времени дискретного апериодического звена  $\tau'$ . При  $k' < 1,4$ ,  $\tau' > 0,6$  модель канала управления скоростью движения с оператором-водителем с низкой степенью мотивационного восприятия становится неработоспособной. При увеличении интенсивности задающего воздействия динамические ошибки в канале управления скоростью движения увеличиваются, и может наступить катастрофная ситуация — возможно дорожно-транспортное происшествие.

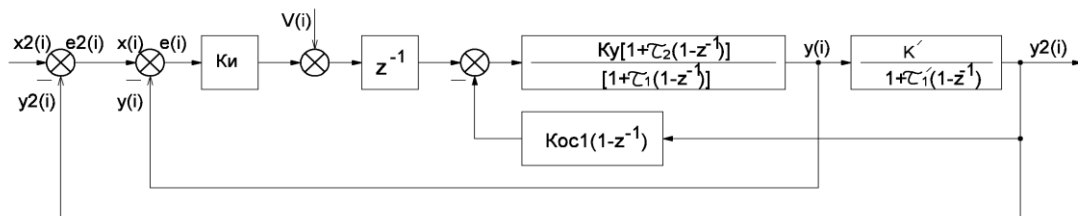
Увеличение коэффициента преобразования "интеллектуального" управляющего устройства в поведенческой модели оператора-водителя с низкой степенью мотивационного восприятия уменьшает ошибки канала управления скоростью движения автотранспортного средства при  $k_y < 0,6$ . При невыполнении этих условий модель канала управления скоростью движения становится неработоспособной. Динамические ошибки установившегося режима не зависят от изменения постоянных времени дискретного апериодического звена  $\tau'$  и разностного звена первого порядка поведенческой модели, причем указанные постоянные времени звеньев могут изменяться в пределах  $\tau_1 > 1,5$ ;  $\tau_2 < 1,5$ . При невыполнении этих условий модель канала управления

скоростью движения автотранспортного средства с оператором-водителем с низкой степенью мотивационного восприятия также оказывается неработоспособной.

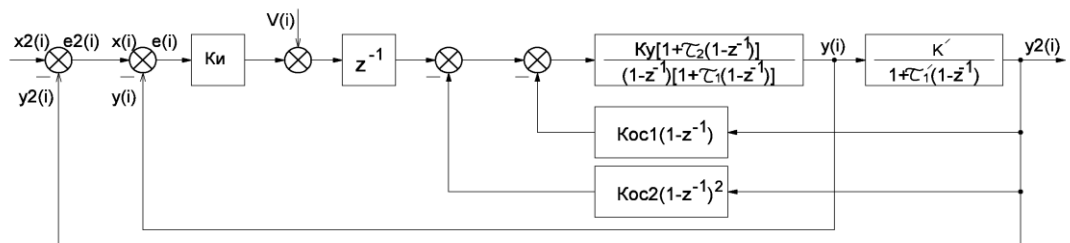
При изменении во времени задающего воздействия на канал управления скорость движения автотранспортного средства по линейному закону динамические ошибки в модели канала управления скоростью движения автотранспортного средства изменяются во времени по линейному закону. Увеличение коэффициента преобразования автотранспортного средства при управлении скоростью движения приводит к уменьшению динамических ошибок в канале управления скоростью движения. Увеличение постоянной времени дискретного апериодического звена в модели канала управления скоростью автотранспортного средства приводит к увеличению динамических ошибок. При увеличении интенсивности линейно изменяющегося задающего воздействия динамические ошибки в канале управления скоростью движения увеличиваются, и возможно возникновение аварийной ситуации.

При случайных задающих и возмущающих воздействиях увеличение параметрической интенсивности этих воздействий приводит к увеличению дисперсий ошибок в канале управления скоростью движения. Увеличение коэффициента преобразования канала управления скоростью движения автотранспортного средства приводит к уменьшению дисперсии ошибки по задающему воздействию, увеличение постоянной времени дискретного апериодического звена — к увеличению дисперсии динамической ошибки. Изменение коэффициента преобразования  $k'$  ведет к увеличению дисперсии ошибки по возмущающему воздействию.

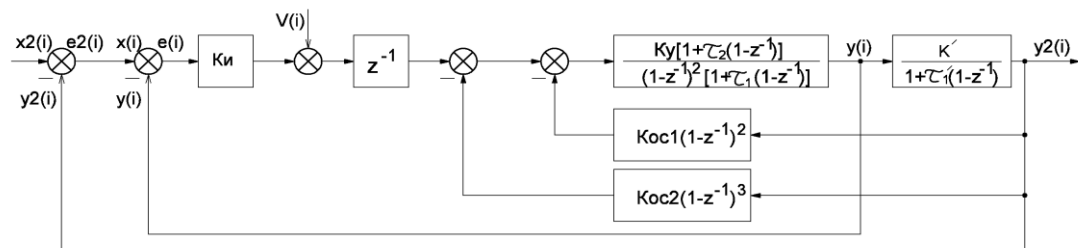
Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства со средней степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью движения имеет вид, представленный на рисунке,б.



*a*



*б*



*в*

Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства с соответствующей степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью движения: *a* — низкой; *б* — средней; *в* — высокой

Анализ результатов поведенческого моделирования операторов-водителей со средней степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью дви-

жения автотранспортного средства показывает, что при постоянных (не изменяющихся во времени) задающих воздействиях на канал управления скоростью движения существует установившееся значение динамической ошибки, величина которого  $e_{2x}$  обратно пропорциональна коэффициенту преобразования автотранспортного средства при управлении скоростью движения  $k'$  и не зависит от постоянной времени дискретного апериодического звена  $\tau'$ . При увеличении интенсивности задающего воздействия динамические ошибки в канале управления скоростью движения увеличиваются.

Изменение коэффициента преобразования "интеллектуального" управляющего устройства, постоянных времени дискретного апериодического звена и разностного звена первого порядка в поведенческой модели оператора-водителя со средней степенью мотивационного восприятия не влияют на ошибки канала управления скоростью движения автотранспортного средства.

При изменении во времени задающего воздействия на канал управления скоростью движения автотранспортного средства по линейному закону динамические ошибки в модели канала управления скоростью движения автотранспортного средства изменяются во времени по линейному закону. Увеличение коэффициента преобразования автотранспортного средства при управлении скоростью движения приводит к уменьшению динамических ошибок в канале управления скоростью движения. Увеличение постоянной времени дискретного апериодического звена в модели канала управления скоростью автотранспортного средства приводит к увеличению динамических ошибок. При увеличении интенсивности линейно изменяющегося задающего воздействия динамические ошибки в канале управления скоростью движения увеличиваются.

При случайных задающих и возмущающих воздействиях увеличение параметрической интенсивности этих воздействий приводит к увеличению дисперсий ошибок в канале управления скоростью движения. Увеличение коэффициента преобразования канала управления скоростью движения автотранспортного средства приводит к уменьшению дисперсии ошибки по задающему воздействию, увеличение постоянной времени дискретного апериодического звена — к незначительному увеличению дисперсии динамической ошибки. Увеличение коэффициента преобразования  $k'$  приводит к увеличению дисперсии ошибки по возмущающему воздействию, увеличение постоянной времени  $\tau'$  ведет к незначительному уменьшению дисперсии ошибки по возмущающему воздействию.

Структурная схема информационной поведенческой модели оператора-водителя автотранспортного средства с высокой степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью движения имеет вид, представленный на рисунке, 6.

Анализ результатов поведенческого моделирования операторов-водителей с высокой степенью мотивационного восприятия с учетом динамики канала управления скоростью движения автотранспортного средства показывает, что при постоянных (не изменяющихся во времени) задающих воздействиях на канал управления скоростью движения существует установившееся значение динамической ошибки. Величина установившегося значения ошибки  $e_{2x}$  обратно пропорциональна коэффициенту преобразования автотранспортного средства при управлении скоростью движения  $k'$  и не зависит от постоянной времени дискретного апериодического звена  $\tau'$ . При увеличении интенсивности задающего воздействия динамические ошибки в канале управления скоростью движения увеличиваются.

Изменения коэффициента преобразования "интеллектуального" управляющего устройства, постоянных времени дискретного апериодического звена  $\tau'$  и разностного звена первого порядка в поведенческой модели оператора-водителя с высокой степенью мотивационного восприятия не влияют на ошибки канала управления скоростью движения автотранспортного средства. Однако при  $\tau_1 > 1,5$ ;  $\tau_2 < 1,5$  модель канала управления скоростью движения автотранспортного средства становится неработоспособной.

При изменении во времени задающего воздействия на канал управления скоростью движения автотранспортного средства по линейному закону динамические ошибки в модели канала управления скоростью движения автотранспортного средства изменяются во времени по линейному закону. Увеличение коэффициента преобразования автотранспортного средства при управлении скоростью движения приводит к уменьшению динамических ошибок в канале управления скоростью движения. Увеличение постоянной времени дискретного апериодического

ского звена в модели канала управления скоростью автотранспортного средства приводит к увеличению динамических ошибок. При увеличении интенсивности линейно изменяющегося задающего воздействия динамические ошибки в канале управления скоростью движения увеличиваются.

При случайных задающих и возмущающих воздействиях увеличение параметрической интенсивности этих воздействий приводит к увеличению дисперсий ошибок в канале управления скоростью движения. Увеличение коэффициента преобразования канала управления скоростью движения автотранспортного средства приводит к уменьшению дисперсии ошибки по задающему воздействию, увеличение постоянной времени дискретного апериодического звена — к уменьшению дисперсии динамической ошибки. Увеличение коэффициента преобразования  $k'$  приводит к увеличению дисперсии ошибки по возмущающему воздействию, увеличение постоянной времени  $\tau'$  ведет к уменьшению дисперсии ошибки по возмущающему воздействию.

Сравнительный анализ ошибок в каналах управления скоростью движения автотранспортного средства при управлении операторами-водителями с различными степенями мотивационного восприятия показывает, что при одинаковых параметрических настройках поведенческих моделей в случае постоянного задающего воздействия на каналы управления скоростью движения установившиеся значения динамических ошибок в канале максимальны, когда используется поведенческая модель оператора-водителя с низкой степенью мотивационного восприятия, минимальны в случае использования в каналах моделей операторов-водителей со средней и высокой степенями мотивационного восприятия. При изменении задающего воздействия на каналы управления скоростью движения по линейным законам динамические ошибки управления имеют максимальные значения при низкой степени мотивационного восприятия оператором-водителем дорожной обстановки, средние — при средней степени мотивационного восприятия, низкие — при высокой степени мотивационного восприятия.

## MODELING OF EFFECTIVE MANAGEMENT OF VEHICLES BY SPEED CONTROL

V.A. GANE, DIAB ABDULLAH S.A.O.

### Absrtact

An actual problem about management efficiency estimation by the vehicle on a controlled path with the motion speed is formulated and solved. Models of operator-drivers with low, average and high levels of motivational perception of road conditions, also considered a model of path control in motion speed. Modeling was spent by using "MATLAB".

### Литература

1. Ганэ В.А., Дяб Абдаллах С.А.О. Информационное обеспечение поведенческого моделирования водителей автотранспортных средств.
2. Ганэ В.А., Мацкевич А.Н., Цеховой А.Е. Поведенческие модели и методы ситуационного анализа безопасности дорожного движения. Минск, 2002.