

УДК 656.257.004(075)

М. Н. Василенко, Т. А. Тележенко, С. И. Валиев

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕГОННОЙ ПЕРЕЕЗДНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

В настоящее время все расчеты параметров переездной сигнализации выполняются вручную, при этом процесс расчета и проверки полученных результатов занимает много времени. Предложен алгоритм автоматизации процесса расчета параметров перегонной переездной сигнализации.

параметры переездной сигнализации, расчет времени извещения, автоматизация.

Введение

В настоящее время развитие транспортных систем характеризуется значительным увеличением количества автомобильного транспорта, для передвижения которого производятся широкомасштабное строительство и реконструкция автомобильных дорог различного значения. В этой связи количество пересечений автомобильных дорог и железнодорожных линий непрерывно растет.

Наиболее опасными участками для движения железнодорожного, автомобильного и других видов наземного транспорта являются места пересечения в одном уровне железнодорожных и другого вида путей. В этих местах устанавливаются переезды [3].

Переезд должен обеспечивать безопасность транспортных средств и закрываться для движения автотранспорта заблаговременно, но при этом время стоянки автомобилей перед ним должно быть минимальным [4]. Указанные условия необходимо учитывать при расчете параметров переездной сигнализации (ПС).

1 Расчет параметров перегонной переездной сигнализации.

Постановки задачи

В настоящее время все расчеты параметров ПС выполняются вручную, при этом процесс расчета и проверки полученных результатов занимает много времени. Обнаружение ошибки в расчете зачастую приводит к необходимости повторить процесс, что влечет новые временные затраты. В зависимости от расположения переезды подразделяются на станционные и перегонные [2]. В настоящее время создан и эксплуатируется автоматизированный модуль расчета параметров станционной переездной сигнализации. Авторы данной статьи предлагают автоматизировать также процесс расчета параметров перегонных переездов. С целью совершенствования методики расчета перегонной ПС и экономии времени, теряемого на расчет, предлагается алгоритм автоматизации расчетных процедур (см. рис.). Алгоритм разработан на основе действующих

методических указаний ГТСС И-276–00 «Расчет параметров работы переездной сигнализации» с учетом указаний № 1247/1498 от 3 июля 2001 г. и № 1247/1512 от 14 февраля 2002 г. [1].

2 Исходные данные для расчета параметров работы переездной сигнализации

К исходным данным для расчета параметров сигнализации переезда, расположенного на перегоне, относятся [1, 5]:

d , $l_{м/п}$ и l_k – ширина переезда, междупутья и колеи соответственно (м);
 $l_{шл}$ – расстояние от наиболее удаленного шлагбаума до крайнего рельса (м);

$l_{эк}$ – максимальная длина автотранспортного средства (принимается равной 24 м);

l_0 – расстояние от шлагбаума (или переездного светофора при отсутствии шлагбаума) до линии остановки автотранспорта (принимается равной 5 м);

$V_{эк}$ – расчетная скорость автотранспорта (принимается равной 8 км/ч);

V_x – максимальная скорость движения поездов для каждого перегонного пути в четном (нечетном) направлении (км/ч);

$V_г$, $V_б$, $V_{стр}$ – максимальная скорость движения поездов по главным и боковым путям станции, а также с отклонением по стрелке; максимальные скорости при движении по стрелочным переводам с отклонением принимаются равными 50 км/ч для переводов марки 1/11, 80 км/ч – для переводов марки 1/18 и 40 км/ч – для остальных типов, при этом, если в маршруте имеются стрелочные переводы различных типов, по котором происходит движение с отклонением, для расчетов принимается большее значение скорости;

$t_{пр}$ – время срабатывания приборов извещения и управления переездной сигнализации (4 с – для импульсных (кодовых) и 2 с – для непрерывных рельсовых цепей);

$t_г$ – гарантийное время (принимается равным 10 с);

a – ускорение движения (принимается равным $0,6 \text{ м/с}^2$ – для тепловозной и $0,8 \text{ м/с}^2$ – для электрической тяги).

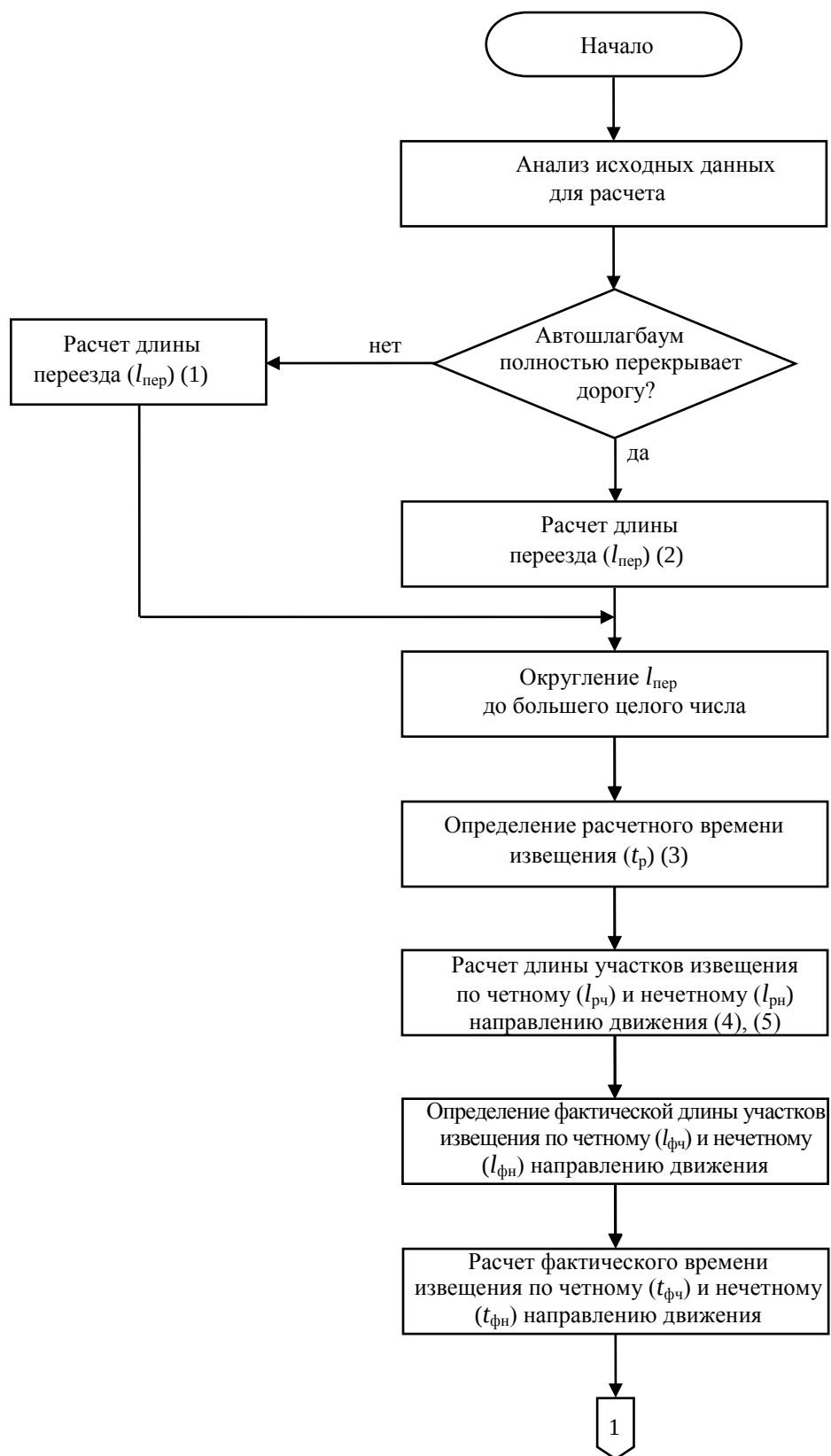
3 Расчетные параметры работы переездной сигнализации перегонных переездов

Расчетные параметры [1, 5]:

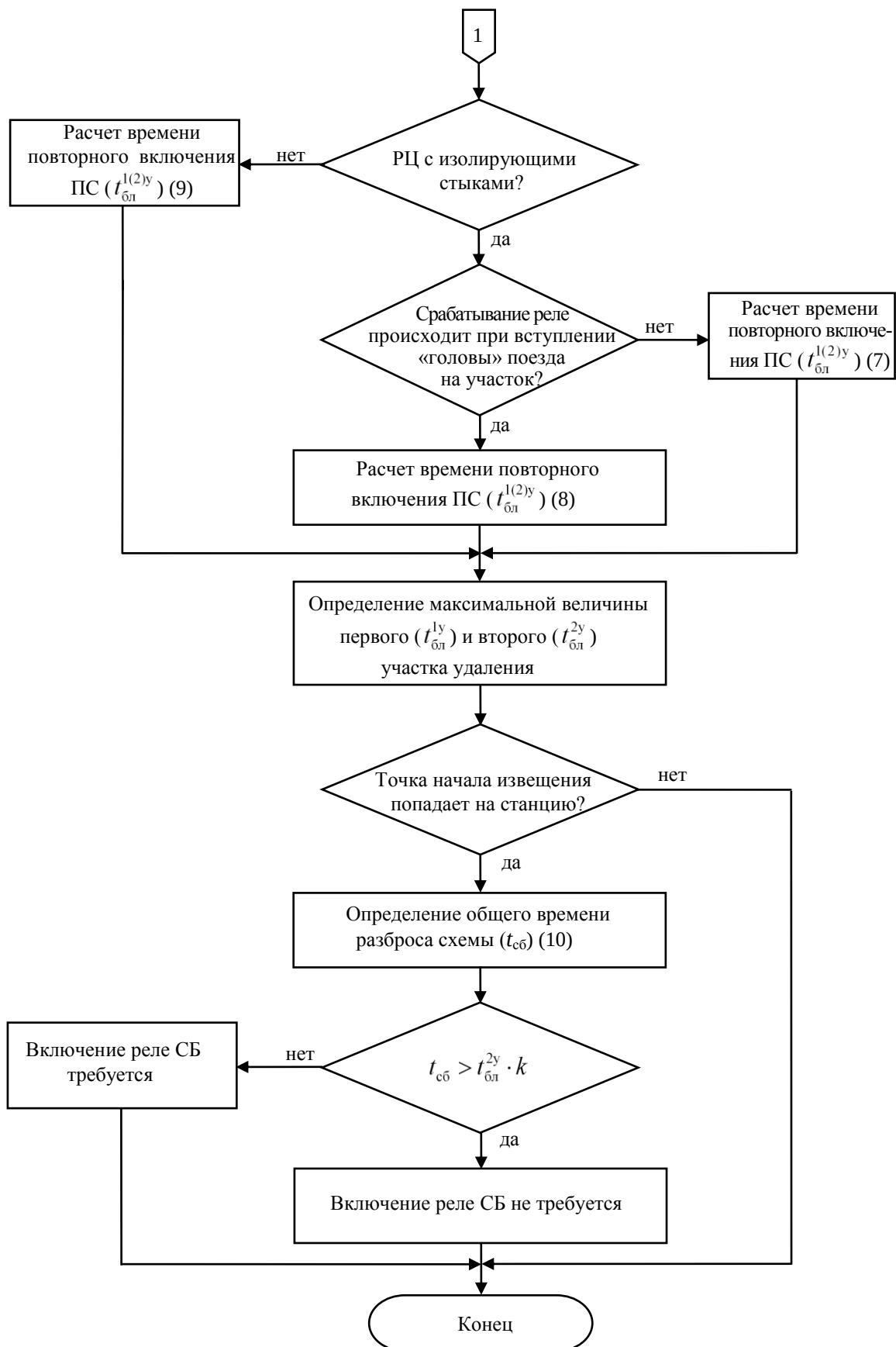
$l_{пер}$ – длина переезда (м);

t_c^p и $t_c^ф$ – расчетное и фактическое время извещения о приближении поезда к переезду (с);

l^p и $l^ф$ – расчетная и фактическая длина участка извещения к переезду (м);



Алгоритм расчета параметров



перегонной переездной сигнализации

t_3^p и t_3^{ϕ} – расчетное и фактическое время задержки включения переездной сигнализации при занятии участка извещения к переезду (с);

$t_{\text{бл}}^{1(2)y}$ – время повторного включения переездной сигнализации при длительном занятии первого (второго) участка за переездом (с);

$t_{\text{сб}}$ – время между началом работы блокирующего реле в схеме фиксации проследования поезда и появлением встречного поезда на участке удаления, $t_{\text{сб}}$ определяет необходимость применения реле СБ в схеме переездной сигнализации (с).

На рисунке (с. 56–57) представлен алгоритм расчета параметров перегонной переездной сигнализации, выполненный в соответствии с действующими указаниями.

При синтезе алгоритма была использована следующая формула:

$$l_{\text{пер}} = \sum l_{\text{м/п}} + l_{\text{шл}} + l_{\text{к}} + 2,5. \quad (1)$$

При расчете длины переезда необходимо учитывать, каким шлагбаумом оборудован переезд. Для переездов без шлагбаумов и переездов со шлагбаумами, перекрывающими не более 2/3 проезжей части дороги, длина переезда определяется как расстояние от наиболее удаленного от ближайшего рельса переездного светофора (шлагбаума) до противоположного крайнего рельса плюс 2,5 м (1).

Для переездов с четырьмя автошлагбаумами, полностью перекрывающими проезжую часть автодороги, длина переезда определяется как расстояние между линиями установки шлагбаумов на въезде и выезде с переезда (2):

$$l_{\text{пер}} = \sum l_{\text{м/п}} + l_{\text{шл/въезд}} + l_{\text{шл/выезд}} + l_{\text{к}}. \quad (2)$$

Полученная величина $l_{\text{пер}}$ округляется до ближайшего большего целого числа.

Расчетное время извещения t_c^p определяется в зависимости от длины переезда по формуле:

$$t_c^p = \frac{(l_{\text{пер}} + l_{\text{эк}} + l_0) \cdot 3,6}{V_{\text{эк}}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{г}}, \quad (3)$$

где 3,6 – коэффициент для перевода км/ч в м/с.

При подстановке в формулу (3) константных значений (см. исходные данные) получаем извещения расчетного времени:

для кодовых рельсовых цепей $t_c^p = 0,45 \cdot l_{\text{пер}} + 27,05$;

для непрерывных рельсовых цепей $t_c^p = 0,45 \cdot l_{\text{пер}} + 25,05$.

Длина участка извещения рассчитывается для движения в четном и нечетном направлении. Учитывая, что поезд может двигаться равномерно или с ускорением, расчетная длина участка извещения к переезду определяется по двум первичным формулам:

для равномерного движения:

$$l^p = \frac{V_x \cdot t_c^p}{3,6}; \quad (4)$$

для равноускоренного движения:

$$l^p = \frac{V_n \cdot t_c^p}{3,6} + \frac{a \cdot t_c^{p2}}{2}, \quad (5)$$

где V_n – начальная скорость движения.

В процессе расчета длины участка извещения к переезду зачастую необходимо вычислять значения времени, за которое поезд проходит каждый отрезок пути (по стрелкам и боковому пути, в случае попадания точки начала извещения на станцию). В связи с этим ниже приводятся формулы для определения времени при разных видах тяги, выведенные из формулы (5).

При нахождении корней квадратного уравнения $0,28 \cdot V_n \cdot t_c^p + 0,5 \times a \cdot t_c^{p2} - l^p$, получаем:

при тепловозной тяге:

$$t_c^p = \frac{-0,28 \cdot V_n \pm \sqrt{0,078 \cdot V_n^2 + 1,2 \cdot l^p}}{0,6}; \quad (6)$$

при электротяге:

$$t_c^p = \frac{-0,28 \cdot V_n \pm \sqrt{0,078 \cdot V_n^2 + 1,6 \cdot l^p}}{0,8}. \quad (7)$$

Для упрощения расчетов по определению длины участков извещения к переезду в тех случаях, когда в пределах такого участка имеются зоны с различными максимальными скоростями движения, следует использовать следующие допущения:

при переходе подвижной единицы на участок с меньшей допустимой скоростью изменение скорости принимается мгновенным;

при переходе подвижной единицы на участок с большей допустимой скоростью набор скорости происходит до ее большего значения по условиям равноускоренного движения;

при движении по стрелочным участкам с отклонением по стрелочным переводам скорость $V_{стр}$ учитывается начиная от острька первого в маршруте противошерстного отклоняющего стрелочного перевода или предельного столбика пошерстного перевода до выхода на главный (боковой) путь или их продолжение.

Фактическая длина участка извещения l^Φ определяется в зависимости от полученного значения l^p с учетом возможности подачи извещения на переезд от ближайшего к расчетной точке начала участка извещения (в сторону удаления от переезда) конца рельсовой цепи.

Фактическое время извещения t_c^Φ определяется по формуле:

$$t_c^\Phi = \frac{l^\Phi \cdot 3,6}{V_x}. \quad (8)$$

Расчет $t_{бл}^{1(2)y}$ зависит от построения схемы фиксации проследования поезда через переезд и типа рельсовых цепей ($t_{бл}$ – время работы блокирующих реле). Реле Б, ПБ1 и ПБ2 обеспечивают время, необходимое поезду для освобождения участка удаления при скорости $V = 50$ км/ч.

Для переездов с рельсовыми цепями с изолирующими стыками расчет $t_{бл}$ следует производить по формуле

$$t_{бл} = \frac{l_y \cdot 3,6}{V_{ср}} \quad (9)$$

или

$$t_{бл} = \frac{(l_y + l_{п}) \cdot 3,6}{V_{ср}}, \quad (10)$$

где $V_{ср}$ – средняя скорость движения грузовых поездов (км/ч);

l_y – длина рельсовой цепи участка извещения, для поездов встречного направления – участка удаления (м);

$l_{п}$ – максимальная длина грузового поезда (м).

Формула (9) применяется в том случае, когда блокирующее реле Б в схеме фиксации проследования переезда включается после вступления «хвоста» поезда на начало рельсовой цепи участка удаления, а формула (10) – когда реле Б включается от вступления «головы» поезда на рельсовую цепь участка удаления.

В формулах (9) и (10) $V_{ср}$ принимается равной 50 км/ч при установленной максимальной скорости движения грузовых поездов 80–90 км/ч. При меньших скоростях движения $V_{ср}$ принимается равной 0,5–0,8 км/ч от максимальной скорости движения грузовых поездов на участке.

Для переездов с бесстыковыми рельсовыми цепями тональной частоты расчет $t_{\text{ол}}$ следует выполнить по формуле

$$t_{\text{ол}} = \frac{(l_y + l_{\text{дш}}) \cdot 3,6}{V_{\text{ср}}}, \quad (11)$$

где $l_{\text{дш}}$ – зона дополнительного шунтирования РЦ.

Для автоблокировки типа АБТЦ или АЛСО величина $l_{\text{дш}}$ принимается равной 40 м, а в остальных случаях:

120 м для ТРЦ частотой 420, 480, 580 Гц;

40 м для ТРЦ частотой 720, 780 Гц;

20 м для ТРЦ частотой 4,5–5,5 кГц.

Схема включения реле Б обладает значительным разбросом временных параметров, поэтому при расположении переезда вблизи от станции следует выполнить расчет времени $t_{\text{сб}}$, которым определяется необходимость использования реле СБ, обеспечивающего приведение в исходное состояние схемы реле Б при прибытии поезда на станцию. Время следования поезда $t_{\text{сб}}$ должно быть больше, чем $t_{\text{ол}} \cdot K$ – время работы блокирующих реле, с учетом $K = 1,4$ – коэффициента разброса приборов выдержки времени.

Расчет $t_{\text{сб}}$ производится по формуле:

$$t_{\text{сб}} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (12)$$

где t_1 – время следования поезда на станцию с установленной максимальной скоростью;

t_2 – время проследования поезда по маршруту с бокового пути при трогании с места;

t_3 – минимальное время на обмен ДСП соседних станций телефонограммами, выписку и вручение машинисту путевой записки $t_3 = 120$ с ($t_3 = \text{const}$).

Анализ расчета параметров перегонной ПС показал, что среднее время расчета для двухпутного участка составляет 14 часов с учетом проверки (при расчете вручную). Используя предложенный алгоритм автоматизации, все расчеты параметров перегонной переездной сигнализации можно сделать буквально за несколько минут.

Разработанный алгоритм позволяет автоматизировать процесс расчета параметров перегонной переездной сигнализации. С его помощью систематизируется процесс расчета параметров переездной сигнализации, что позволяет значительно сократить объем ошибок, допускаемых в расчетах.

Заключение

В настоящее время автоматизация синтеза схем и методика расчета параметров ПС играют важнейшую роль в хозяйстве сигнализации, централизации и блокировки. Развитие программных и языковых средств позволяет автоматизировать процесс проектирования устройств СЦБ. Предложенная технология и алгоритм автоматизации расчета перегонной ПС позволяют облегчить трудоемкую работу, сэкономить время и улучшить качество проектов железнодорожной автоматики и телемеханики.

Библиографический список

1. **Расчет** параметров работы переездной сигнализации : метод. указания по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте И-276-00. – М. : ГТСС, 2000. – 32 с.
2. **Эксплуатационные** основы автоматики и телемеханики / Вл. В. Сапожников. – М. : Транспорт, 2006. – 247 с. – ISBN 5-89035-360-8.
3. **Перегонные** системы автоматики / В. Ю. Виноградов, В. А. Воронин, Е. А. Казаков, Д. В. Швалов, Е. Е. Шухин. – М. : Маршрут, 2005. – 292 с. – ISBN 5-89035-297-0.
4. **Типовые** материалы для проектирования 410407-ТМП. Схемы переездной сигнализации для переездов, расположенных на перегонах при любых средствах сигнализации и связи АПС-04. Альбомы I, II. – М. : ГТСС, 2004. – 143 с.; 58 с.
5. **Автоматическая** сигнализация на переездах и искусственных сооружениях / Н. М. Степанов, М. А. Новиков. – М. : Транспорт, 1982. – 136 с.

Статья поступила в редакцию 15.03.2010;

представлена к публикации членом редколлегии Вл. В. Сапожниковым

УДК 69.059

И. А. Веприяк, Е. И. Шехтман, Ю. А. Найденев

УКРЕПЛЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗРЯДНО-ИМПУЛЬСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассматривается разрядно-импульсный метод укрепления земляного полотна железных дорог, приводится сравнение несущей способности анкеров, изготовленных различными способами.

разрядно-импульсный метод, несущая способность, буронабивные, анкер, свая.

Введение

Более тридцати лет в Военно-транспортном университете железнодорожных войск ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на теоретическое обоснование электрогидроэффекта и выработку рекомендаций по его внедрению в