

А. С. ГЕРШВАЛЬД, Т. Д. БОРЩИК, С. Б. ГУСЕВ, Е. В. ОРГАНОВА

Автоматическая идентификация подвижного состава на пограничных переходах

Подвижной состав, пересекающий государственные границы, может быть идентифицирован с помощью системы САИПС. Это позволяет освободить персонал пограничных станций от слежения за проходящим подвижным составом и визуального считывания номеров вагонов. Кроме того, повышается точность получаемой информации. Предложенные технологические решения и алгоритмы обработки информации обусловлены возможностями информационного взаимодействия конкретных сопредельных дорог.

Межгосударственные перевозки стран СНГ, Латвии, Литвы и Эстонии осуществляются с пересечением подвижным составом государственных границ этих стран. Использование вагонов государства-собственника, находящихся на территории другого государства, последнее должно оплачивать. Для обеспечения взаиморасчетов за пользование «чужими» вагонами организован учет проследования грузовых вагонов через межгосударственные переходы.

Существующая система учета

В соответствии с правилами учета [1] на каждом пограничном переходе организованы следующие объекты:

- пограничная станция (ПС) — последняя перед административной границей, по которой проходит линия раздела имущества железных дорог;
- межгосударственный стыковой пункт (МСП) — одна из двух пограничных станций, по которой учитывается переход (прием, сдача) поездов, вагонов и контейнеров, являющаяся единой для двух дорог вне зависимости от ее территориального нахождения;
- станция передачи вагонов (СПВ), имеющая необходимое путевое развитие, технические устройства и соответствующий персонал для обеспечения передачи транспортных средств между государствами в техническом и коммерческом отношении, составление передаточной поездной ведомости (ППВ) и фор-

мирования необходимых сообщений для информационно-вычислительного центра (ИВЦ) дороги.

Момент перехода вагонов отражается в журналах специальных форм: дежурный по станции на МСП фиксирует моменты прибытия, отправления и проследования поездов в соответствии с инструктивными указаниями [2]. При этом первоисточниками фиксируемой информации служат табло устройств СЦБ или реальные события, наблюдаемые оперативным персоналом МСП. Номера вагонов, указанные в ППВ, проверяют визуальным считыванием бортовых номеров вагонов.

Практика учета перехода вагонов показывает, что между информацией, занесенной в ППВ, и информацией, считанной после этого с бортов вагонов, могут быть расхождения. Кроме того, не все вагоны, передаваемые сдающей дорогой, могут быть приняты дорогой, на которую они поступают. Выявление и устранение причин неприема вагонов приводит к их непредвиденным простоям. При этом возникают затруднения и разногласия по отнесению простоев на сдающую или принимающую дорогу.

Возможности, предоставляемые САИПС

Было принято решение о применении системы автоматической идентификации подвижного состава (САИПС), разработанной на базе известной системы «Пальма» [3]. Система автоматической идентификации предусматривает оборудование вагонов, локомотивов и контейнеров кодовыми бортовыми датчиками (КБД) номера подвижного объекта, установку напольных считывающих устройств (НСУ) и организацию пунктов считывания (ПС), обеспечивающих первичную обработку считанной информации. В результате обработки информации формируется так называемое сообщение 266, содержащее следующие реквизиты: код станции считывания; номер НСУ на станции; момент считывания информации; инвентарный номер подвижной единицы; направление ее движения. Используя средства САИПС, можно автоматизировать фиксацию моментов прибытия и отправления

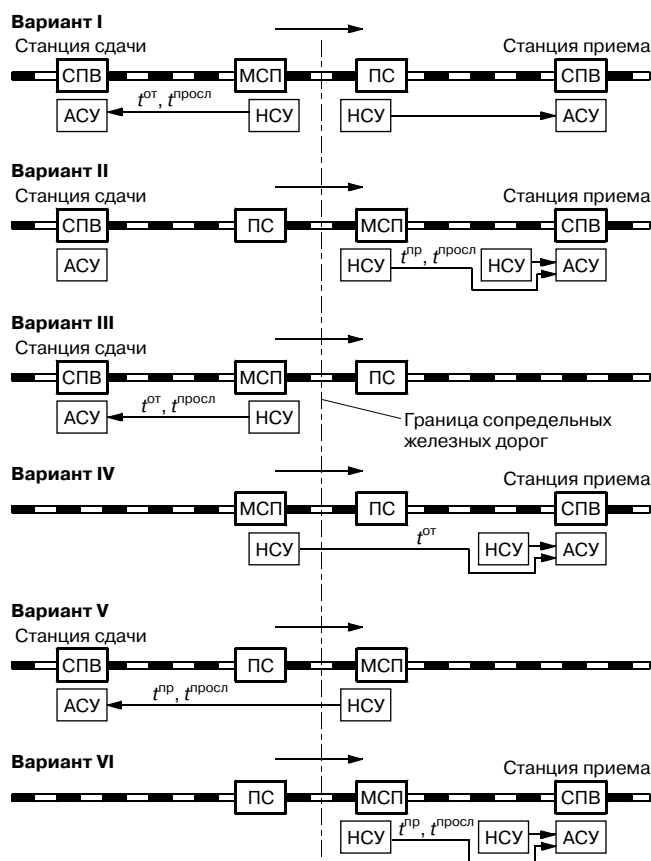


Рис. 1. Варианты размещения напольных считывающих устройств (стрелкой показано направление движения через государственную границу):

$t^{от}$ — время отправления; $t^{пр}$ — время прибытия; $t^{прсл}$ — время проследования

ния поездов на МСП и считывание номеров вагонов, локомотивов и контейнеров. Это позволяет освободить персонал станции от систематического слежения за проходящими подвижными объектами и визуального считывания их номеров, повышает объективность поступающей информации.

Технологические решения и алгоритмы

Технологические решения и алгоритмы обработки информации, связанные с автоматической фиксацией, определяются принятым вариантом информационного взаимодействия сопредельных дорог (рис. 1). Как следует из рис. 1, момент прибытия на межгосударственный стыковой пункт можно фиксировать только в вариантах II, V и VI, так как в других вариантах этот пункт находится на отправляющей дороге. Момент отправления фиксируется только в вариантах I, III и IV, так как в других вариантах МСП находятся на принимающей дороге. Момент проследования может быть зафиксирован на любом МСП, поскольку в каждом таком пункте установлены НСУ.

В качестве момента пересечения поездом государственной границы достаточно принять фиксируемый напольными считывающими устройствами на МСП момент прибытия или отправления поезда. Точность фиксации существенно повышается в связи с тем, что имеется возможность установить НСУ ближе к государственной границе, чем выходной светофор или изолирующий стык пути приема (предельный столбик), и, кроме того, автоматическая фиксация всегда точнее, чем достигаемая при визуальном наблюдении за поездом или за показаниями табло.

Поскольку движение мимо одного и того же НСУ возможно в обоих направлениях, то, чтобы различать процессы приема и отправления в пограничной горловине, необходимо выполнять анализ признака направления, входящего в состав сообщения 266.

Мимо НСУ могут проходить не только поезда, но и маневровые составы, одиночные локомотивы, осуществляющие маневровую работу. В таких случаях сообщение 266 следует отсекают. Гарантированное отсечение этого сообщения возможно, если учитываются показания светофора, по которому осуществляется передвижение, что достигается при отслеживании порядка занятия рельсовых цепей по установленному поезвному маршруту. С этой целью можно использовать свободные контакты путевых и сигнальных реле, а при отсутствии таких контактов включить реле-повторители и использовать их свободные контакты.

Контакты, используемые для целей фиксации, можно задействовать, либо построив на них схему контроля последовательности событий как бы по плану станции, либо организовав ввод в компьютер позиционных сигналов. В любом случае ввод информации должен осуществляться в одном ритме с событиями при последующей программной обработке.

Если на МСП отсутствуют действующие устройства СЦБ или невозможно получать информацию указанными способами, для отсечения сообщения 266 в маневровых маршрутах можно использовать известные сообщения об отправлении (200) и прибытии (201) поезда в соответствии с табл. 1.

В результате сравнения номеров вагонов, содержащихся в сообщении 266 и в ППВ, может быть зафиксировано полное или частичное их совпадение либо отсутствие совпадения. Если же совпадение зафиксировано более чем для 50 % вагонов, момент считывания напольным устройством последнего номера вагона следует считать моментом пересечения государственной границы. Конечно, он будет отличаться от момента фактического пересечения на величину, пропорциональную расстоянию от линии границы до места установки пограничного НСУ. Это расстояние может достигать нескольких километров. Если по какой-то причине поезд остановится между

проследованной точкой размещения НСУ и границей, то формально установить дорогу, на которой произошел простой, будет невозможно. Из-за этого могут возникнуть взаимные претензии сопредельных дорог в отношении размера платы за использование вагонов.

Чтобы избежать конфликтов, следует устанавливать НСУ на линии государственной границы, но такое решение администрациями стран СНГ, Латвии, Литвы и Эстонии пока не принято. Одной из причин этого является сложность согласования с разрешительными органами некоторых государств требуемого спектра радиочастот, необходимых для работы НСУ. В связи с этим были предложены варианты организации взаимодействия дорог на основе единого пункта считывания. Как следует из рис. 1, идея единого МСП может быть реализована на базе вариантов III, IV, V, VI, причем в вариантах III и VI пункт считывания будет находиться на той же дороге, что и СПВ, а в вариантах IV и V — на разных дорогах. Вариант IV можно упростить, если отказаться от применения напольных считывающих устройств на СПВ и свести его таким образом к варианту IVa.

В случае применения единого пункта считывания имеет смысл рассматривать только ту дорогу, на которой установлено НСУ. Поскольку эта дорога может быть и сдающей, и принимающей, то на ней будут применяться два варианта взаимодействия. При этом в случае нахождения МСП на той же дороге, что и СПВ, следует использовать сочетание вариантов III и VI, а при размещении их на разных дорогах — вариантов IV (IVa) и V (рис. 2).

Распознавание ситуаций, возникающих в процессе функционирования САИПС

Применение САИПС дает возможность считывать номера с вагонов и осуществлять таким образом контроль за номерами, указанными в передаточной поездной ведомости и телеграмме-натурном листе (ТНЛ). Однако сама САИПС нуждается в контроле, поскольку в процессе ее функционирования могут возникнуть ситуации, перечисленные в табл. 2. Для распознавания ситуаций в вариантах I, II, III и V предусматривается сравнение результатов считывания с данными электронной ведомости, так как к моменту проследования поездов мимо НСУ для этих вариантов ППВ уже имеется. Для вариантов IV и VI нужно сравнивать результаты считывания с информацией, приведенной в ТНЛ, так как к указанному моменту ППВ не может быть составлена. За корректировкой ППВ должна следовать корректировка ТНЛ. При так называемом ограниченном полигоне внедрения эта корректировка выполняется с клавиатуры, в дальнейшем по мере рас-

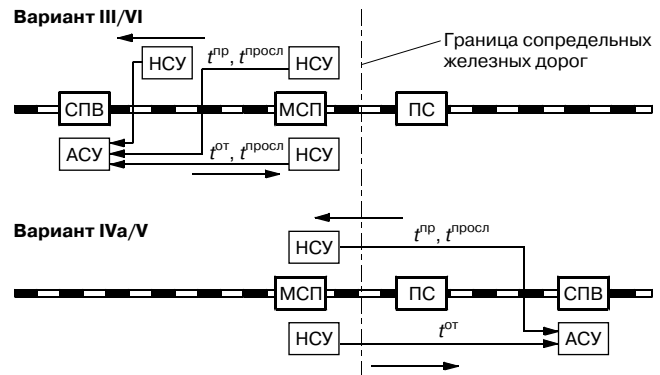


Рис. 2. Схемы размещения напольных считывающих устройств при наличии единого пункта считывания

Таблица 1

Порядок контроля событий при обработке сообщения 266

Контролируемые маршруты на МСП	Варианты взаимодействия (по рис. 1)	Дорога, на которой находится СПВ	Последовательность контролируемых событий
Отправление	I, II	Сдающая	1. Ввод ППВ 2. Ввод сообщения 200 3. Получение сообщения 266
	IV	Принимающая	1. Получение сообщения 266 с МСП 2. Получение сообщения 266 с СПВ 3. Ввод ППВ
Прибытие	II	Принимающая	1. Получение ППВ 2. Получение сообщения 200 3. Получение сообщения 266 с МСП 4. Получение сообщения 266 с СПВ
	V	Сдающая	1. Ввод ППВ 2. Ввод сообщения 200 3. Получение сообщения 266
	III, VI	Принимающая	1. Получение ТНЛ 2. Получение сообщений 200 3. Получение сообщения 266 с МСП 4. Получение сообщения 266 с СПВ
	I	Принимающая	1. Получение ППВ 2. Получение сообщения 200 3. Получение сообщения 266

ширения полигона она будет выполняться автоматически.

В случае считывания номера вагона или локомотива, не указанного в ППВ (ТНЛ — страхового случая), происходит автоматическая запись считанного номера в ППВ (ТНЛ) и информирование об этом причастных СПВ. В случае когда номер, указанный в ППВ (ТНЛ), не был считан, корректировку выполнят (или не выполняют) после выяснения причи-

Таблица 2

Варианты ситуаций, возникающих при проверке ППВ

Влияющие факторы	Сочетание различных влияющих факторов в вариантах ситуаций																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Проверка совпадения:																									
совпадение номера вагона в ППВ с одним из считанных номеров (блок 25)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
НСУ не прочитало номер вагона, содержащийся в ППВ или ТНЛ (блоки 21, 22)	–	–	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	–	–	–	–	–	–	
НСУ прочитало номер вагона, не содержащийся в ППВ или ТНЛ (блоки 28, 29)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1		
НСУ не прочитало ни одного номера вагона (блок 36)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	1	1	–	–	
НСУ считало все номера вагонов, содержащиеся в ППВ или ТНЛ (блок 29)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	
Совпадение номера локомотива, содержащегося в ППВ, со считанным номером (блоки 30, 37)	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	–	–	
Совпадение номера вагона в ППВ или ТНЛ с бортовым номером	–	–	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	–	–	–	–	–	–	
Наличие КБД на борту вагона	–	–	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	–	–	–	–	–	–	
Выявление ситуации на СПВ принимающей дороге	–	–	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	
Отношение СПВ, на которой выявлена данная ситуация, к администрации — собственнице вагона	–	–	1'	0'	1'	0'	1'	0'	1'	0'	1'	0'	1'	0'	1'	0'	1'	0'	1'	0'	1'	0'	–	–	
Блок-схема алгоритма, воспроизводящего вариант ситуации	31	32			46	46			45	45			46	46			45	45			40	41		34	

Примечания. 1. Номера блоков алгоритма приведены на рис. 3.
 2. Цифра 1 означает «да», цифра 0 — «нет», знак «–» — не имеет смысла.
 3. Обозначение 1' — это признак «своя», 0' — «чужая».

ны произошедшего. Поскольку в ППВ (ТНЛ) отсутствует номер локомотива, внедрение процедур, основанных на сравнении его со считанным номером, предусматривается после того, как будет обеспечено наличие указанного номера в упомянутых документах.

Для распознавания ситуаций и выхода из них необходим алгоритм выполнения обработки информации, получаемой от САИПС. В качестве примера такой алгоритм был составлен для варианта I взаимодействия сопредельных дорог (рис. 3).

Варианты наборов исходных данных

Исходные данные для выработки проектных решений могут быть выбраны исходя из их классификации по следующим признакам:

- наличие СПВ на сопредельных дорогах с учетом оснащенности СПВ и МСП (см. рис. 1 и 2) — семь вариантов;
- способ, позволяющий отличить поездные маршруты от маневровых, — три варианта;

- место установки пограничного НСУ (на линии границы или на существенном расстоянии от нее) — два варианта;

- способ фиксации проследования границы (в соответствии с [1], по правилам ОАО «РЖД», с помощью НСУ, с помощью контактов реле СЦБ) — четыре варианта.

При формальном переборе общее число вариантов исходных данных, которое придется рассмотреть, составляет $7 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 4 = 168$. Безусловно, при использовании некоторых эвристических правил часть вариантов окажется нереальной, а какие-то варианты потребуют одинаковых проектных решений, но в любом случае единое для всех пограничных переходов эффективное решение получить нельзя. В связи с этим предлагается подобрать для каждого реального перехода индивидуальный вариант решения, а затем попробовать получившееся число вариантов уменьшить. Чем меньше вариантов, тем дешевле разработка и внедрение программных продуктов, информационных технологий и нормативно-технологических документов.

Рис. 3. Алгоритм информационной технологии обработки сообщения 266 для варианта I взаимодействия (средства СЦБ не используются);

первичная обработка получаемой информации —
 1 — ввод ППВ; 2 — ожидание ввода сообщения 200; 3 — ввод сообщения 200; 4 — ожидается ли ввод сообщения 200? 5 — ожидание поступления сообщения 266; 6 — ввод текста: «Сообщение 200 введено раньше, чем ППВ»; 7 — поступление сообщения 266; 8 — ожидается ли получение сообщения 266? 9 — вывод текста: «Сообщение 266 поступило раньше, чем введено сообщение 200»; 10 — поиск последнего сообщения 200 на поезд, отправленный на МСП;

поиск требуемой ППВ —
 11 — выбор очередной ППВ; 12 — совпадают ли номера поездов в ППВ и сообщении 200? 13 — все ли ППВ просмотрены? 14 — вывод текста: «Через границу проследовал поезд, на который нет ППВ»; 15 — ввод в базу данных ППВ номера поезда, проследовавшего границу;

проверка найденной ППВ —
 16 — выбор очередного номера вагона в ППВ; 17 — выбор очередного номера вагона в сообщении 266; 18 — совпадают ли номера вагонов в ППВ и в сообщении 266? 19 — все ли номера вагонов в сообщении 266 просмотрены? 20 — отсчет количества номеров вагонов в ППВ, совпавших с номерами вагонов сообщения 266; 21 — все ли номера вагонов в ППВ просмотрены? 22 — все ли номера вагонов ППВ считаны НСУ?

распознавание ситуаций, в которых все номера вагонов, записанных в ППВ, считаны НСУ:

23 — выбор очередного номера вагона в сообщении 266; 24 — выбор очередного номера вагона в ППВ; 25 — совпадают ли номера вагонов в сообщении 266 и ППВ? 26 — отсчет количества номеров вагонов в сообщении 266, совпавших с номерами вагонов в ППВ; 27 — все ли номера вагонов в ППВ просмотрены? 28 — все ли номера вагонов в сообщении 266 просмотрены? 29 — все ли номера вагонов сообщения 266 присутствуют в ППВ? 30 — совпадают ли номера локомотивов в сообщении 266 и в ППВ? 31 — обнаружена ситуация 1: «Натурный состав поезда соответствует ППВ»; 32 — обнаружена ситуация 2: «Номер локомотива данного поезда скорректирован в ППВ»; 33 — автоматическое обновление номера локомотива в ППВ — реакция на ситуацию 2; 34 — автоматическое введение недостающих номеров вагонов в ППВ и ТНЛ — реакция на ситуацию 24; 35 — автоматическое информирование СПВ о корректировке ППВ и ТНЛ;

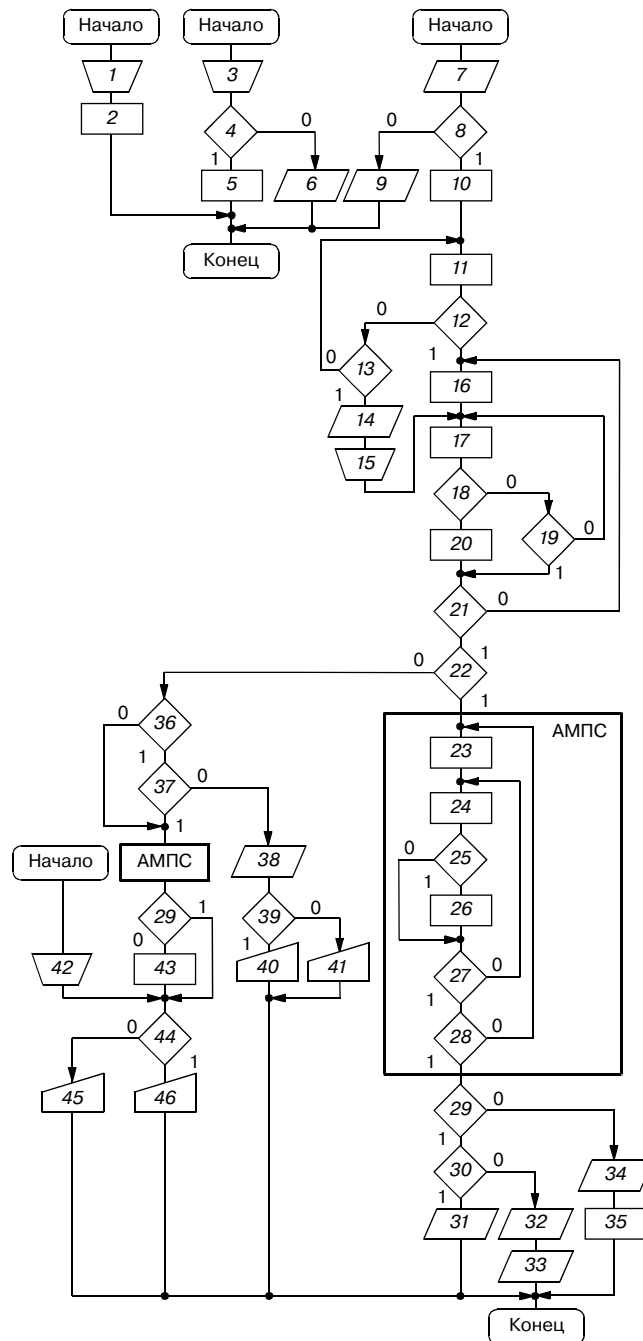
распознавание ситуаций, в которых не все номера вагонов, записанных в ППВ, считаны НСУ:

36 — все ли номера вагонов ППВ отсутствуют в сообщении 266? 37 — совпадают ли номера локомотива в ППВ и в сообщении 266? 38 — вывод текста: «Не работает считывающее устройство»; 39 — относится ли данная СПВ к администрации — собственнице вагонов? 40 — организация установки КБД (ситуация 21); 41 — информирование администрации-собственницы о необходимости установки КБД (ситуация 22); 42 — запрос информации на вагоны данного поезда; 43 — запись из сообщения 266 неучтенных номеров вагонов в ППВ и ТНЛ; 44 — оборудован ли вагон датчиком КБД? 45 — информирование администрации-собственницы о необходимости оборудования вагонов КБД (ситуации 9, 10, 17, 18); 46 — информирование принимающей дороги о необходимости визуального считывания номера с вагона (ситуации 5, 6, 13, 14); АМПС — алгоритмический модуль проверки содержания сообщения 266

Выводы

САИПС обеспечивает не только считывание инвентарных номеров с подвижного состава, но и фиксацию моментов пересечения ими государственной границы, что позволяет освободить от этих функций оперативный персонал и повысить качество поступающей оперативной информации.

Возможности проектных решений определяются вариантообразующими факторами. Существует 168 вариантов набора исходных данных для выбора проектных решений по обработке считываемой информации, включая информационную технологию. В качестве



примера для одного из вариантов проектных решений, принятого в качестве базового, составлен алгоритм обработки информации, получаемой от САИПС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила эксплуатации, пономерного учета и расчетов за пользование грузовыми вагонами собственности других государств. Совет по железнодорожному транспорту государств — участников СНГ. М.: ИПП «Куна», 2000. 83 с.
2. Инструктивные указания о порядке составления отчетных и учетных форм по хозяйству перевозок / МПС РФ. Москва, 2000.
3. Фундамент компьютерных информационных технологий на транспорте / В. В. Белов, В. А. Буянов, В. Л. Романов, В. Г. Федоров // Вестник ВНИИЖТ. 2000. № 1. С. 3 — 11.