

23 ДЕК 1997

МПС РФ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ (МИИТ)

На правах рукописи

ШУДАНОВ Сергей Урманович

УДК 625.1

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

05.22.03 - Изыскание и проектирование железных дорог

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1997

Работа выполнена на кафедре "Изыскания и проектирование железных дорог" Московского государственного университета путей сообщения.

Научный руководитель	- доктор технических наук, профессор Александр Валентинович Гавриленков;
Официальные оппоненты	- доктор технических наук, профессор Сергей Петрович Першин; кандидат технических наук Виктор Александрович Паршиков.
Ведущая организация	фирма Транспроект АО Корпорации Трансстрой

Защита состоится 27 ноября 1997г. в 14 час. На заседании диссертационного совета Д 114.05.03 при Московском государственном университете путей сообщения по адресу: 101475, ГСП, Москва А-55, ул.Образцова, 15, ауд. 1413

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан 27 сентября 1997г.

Отзыв, заверенный печатью, просим направлять по адресу совету института.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Э.В. Воробьев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Предмет исследования. Предметом исследования в настоящей диссертационной работе является сеть железных дорог Республики Казахстан.

Актуальность проблемы. Транспорт призван осуществлять перевозки грузов и удовлетворять потребности населения в перемещении. Экономика Республики Казахстан выдвигает железнодорожный транспорт на первый план в общей транспортной системе. Он принимает на себя основную часть потоков массовых грузов (угли, руды, нефти, металла и зерна). На его долю приходится около 90 % грузооборота республики.

В выводах технико-экономического доклада Алма-Атагипротранс, посвященного анализу современного состояния сети железных дорог Республики Казахстан, говорится: “Сеть железных дорог Республики Казахстан развита явно недостаточно, что затрудняет эффективную эксплуатационную деятельность дорог, отрицательно сказывается на работе всех отраслей хозяйства в связи с удлинением сроков доставки грузов и увеличением транспортных издержек, тормозит освоение природных богатств республики. Для ее развития необходимо строительство новых линий.”

В условиях Казахстана с его огромными расстояниями значение железнодорожного транспорта сильно возрастает. Через территорию Казахстана проходят пути сообщения, соединяющие государства Средней Азии и Западно-Сибирский, Уральский и Поволжский регионы Российской Федерации. На транспорт республики возложены огромные задачи обеспечения не только внутри республиканских, но и международных сообщений с государствами ближнего и дальнего зарубежья.

Для транспортного обслуживания страны большое значение имеет начертание сети путей сообщения и тип ее конфигурации. Конфигурация транспортной сети страны определяется территориальным размещением производственного комплекса и сложившейся демографической ситуацией. Многие недостатки в транспортном обслуживании государства вызваны неэффективной конфигурацией ее сети путей сообщения (кружность свя-

зей, оторванность местных линий от магистралей и др.). Транспортный фактор имеет особо важное значение для республики в связи с обширной территорией и неравномерным распределением ресурсов и населения, основных производственных фондов.

Все это делает проблему разработки концепции развития сети Республики Казахстан актуальной.

Цель исследования. Целью настоящего исследования является создание концепции развития сети железных дорог Республики Казахстан.

Методика исследования. Основными методами исследования, используемыми в данной работе, являются принципы системного анализа, аналитические и матричные методы теории графов, методы теории надежности, методы условно-оптимальной двухкритериальной оптимизации.

Теоретическую и методологическую основу работы составили фундаментальные исследования в области развития транспорта и транспортных сетей Г. Л. Аккермана, В. И. Арсенова, А.В. Гавриленкова, А. Е. Гибшмана, С. М. Гончарука, А. В. Горнинова, С.С. Жаброва, Э.П. Исаенко, И. И. Кантора, Г.П. Кобылковского, Б.С. Козина, И.Т. Козлова, В.В. Комарова, В.В. Космина, Б.Ю. Левига, В.Н. Лившица, В.С. Миронова, В.Н. Панферова, В.А. Паршикова, Г.С. Переселенкова, С.П. Першина, Э.И. Позамантира, А.С. Понарина, В.Л. Станиславюка, И.В. Турбина, С.С. Ушакова, Е.А. Шиваревой, В.Г. Шубко, Б.В. Яковлева.

Проблемой развития транспорта Казахстана занимались А.Б. Беккулов, С.К. Сыртанов, Р.С. Закиров, Н.К. Исингарин, Б.А. Исинаманов, С.К. Мусаев, К.С. Лесов и другие ученые. Важное значение имеют также разработки этой проблемы в институтах Алмаатагипротранс и ВНИИЖТ.

Широко известны также исследования в области оптимизации транспортных сетей зарубежных авторов Бержа К., Басакера Р. и Саати Т., Данцига Дж., Стенбринка, Форда Л. и Фалкерсона Д., Харари Ф., Ху Т. и ряда других.

Научная новизна. В диссертации впервые разработана науч-

ная концепция развития сети железных дорог Республики Казахстан. В рамках этой задачи получен ряд новых результатов:

- проведен анализ современного начертания сети железных дорог Республики Казахстан и определены ее основные показатели в сопоставлении с показателями сети железных дорог стран Большой восьмерки;

- исследованы виды структур сетей железных дорог стран Большой восьмерки;

- рассмотрены аспекты концепции развития сети железных дорог Республики Казахстан (политико-административный, производственно-экономический, социально-культурный, межгосударственный, физико-географический);

- разработаны принципы и критерии формирования концепции развития сети железных дорог Республики Казахстан;

- построено ранжированное множество вариантов этапного развития сети железных дорог Казахстана и произведена их оценка по критериям связности и капиталовложениям.

Практическая ценность. Разработанная в диссертации концепция развития сети железных дорог Республики Казахстана может служить основой методологии этапного ступенчатого развития железнодорожной сети Казахстана с выбором первоочередных для экономики республики железнодорожных направлений.

Реализация работы. Концепция развития рекомендуется для использования при разработке Генерального плана развития железнодорожной сети Республики Казахстан.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и одобрены на заседаниях научно-технических советов Западно-казахстанской железной дороги(1995-1996 г.) и кафедры "Изыскания и проектирование железных дорог"(1994-1997 г.).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 3 работы.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, литературы(156 наименований) и прило-

жения. Работа изложена на 125 страницах, в том числе 105 страниц текста, 43 рисунка, 11 таблиц и списка литературы на 13 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении определен предмет исследования, показана актуальность задачи, сформулирована цель исследования, раскрыта методика исследования, представлена научная новизна и практическая ценность работы, указаны объекты реализации работы и места её апробации.

В первой главе проведен исторический обзор развития сети, рассмотрено современное начертание и техническое состояние сети железных дорог Республики Казахстан(табл.1). Изучен зарубежный опыт формирования железнодорожных сетей на примерах стран Большой восьмерки. Определен современный тип структуры сети железных дорог Казахстана как незавершенный полярно-радиально-кольцевой с центром в столице г. Акмола. Сформулированы цель работы и предложены методы ее решения.

Железнодорожное строительство в Казахстане ведется с начала 20 века. к настоящему моменту протяженность железных дорог республики составляет 13,5 тыс. км, а густота сети - 5 км на 1000 км², в общем грузообороте доля железнодорожного транспорта составляет 90 %.

Анализ структуры сети железных дорог Казахстана выявил ряд недостатков в ее начертании:

- 1) отсутствие связей между некоторыми регионами(северного и центрального с западным и восточным регионами);
- 2) наличие тупиковых линий(они составляют 3356 км, или 25 % от эксплуатационной длины);
- 3) недостаточная плотность железных дорог.

Развитие сети идет низкими темпами за последние 20 лет протяженность дорог увеличилась всего на 5 %.

Строительство железнодорожных линий, а в особенности новых магистралей, всегда была крупным вложением инвестиций. Поэтому необхо-

Таблица 1

Показатели технического состояния сети
железных дорог Республики Казахстан

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	всего по сети железных дорог
1.	протяженность сети	тыс.км	13,51
2.	число гл. путей		
	два	тыс.км	4,16
	один-два	тыс.км	1,49
	два	тыс.км	7,86
3.	виды тяги:		
	электрическая	тыс.км	3,03
	тепловозная	тыс.км	10,48
4.	устройства СЦБ:		
	ДЦ	тыс.км	9,54
	автоблокировка	тыс.км	1,32
	полуавтоблокировка	тыс.км	2,65
5.	суммарная полезная длина приемо-отправочных путей:		
	1050 м	тыс.км	4,62
	850 м	тыс.км	7,43
	менее 850 м	тыс.км	1,46

дима научно обоснованная стратегияэтапного развития сети железных до-
рог.

В табл.2 представлены показатели сети железных дорог Казахстана и
стран Большой восьмерки.

Сравнение таких показателей сети, как протяженность, плот-
ность(густота) показывает, что в Республике Казахстан имеет место отста-
вание от экономически развитых стран мира, особенно по общей протя-
женности и протяженности на 1000 км².

В настоящей работе рассматривается топология сети..

Таблица 2

Показатели сети железных дорог Казахстана и стран Большой восьмерки

Страны	Территория млн. км ²	Население млн. чел.	Протяженность железных дорог, тыс. км		
			всего	на 1000 км ²	на 10000 чел.
1	2	3	4	5	6
Великобритания	0,244	56,6	16,8	68,8	2,9
Германия	0,357	81,3	40,3	112,9	5,0
Италия	0,301	57,3	30,6	101,6	5,3
Казахстан	2,717	16,9	13,5	5,0	8,0
Канада	9,976	25,8	67,0	6,7	25,9
Россия (европейская часть)	4,468	87,6	47,7	10,7	5,4
США	9,400	243,4	259,0	27,6	10,6
Франция	0,551	55,7	34,7	62,9	6,2
Япония	0,372	122,0	28,0	75,2	2,3

В теории сетей различают следующие и структуры: деревообразные (последовательная, звездная, иерархическая), сотовые (квадратная, ромбическая, произвольная), многосвязные (радиально-кольцевая, неполносвязная, полносвязная).

Известно, что основные сетевые структуры (транспортные, энергетические, информационные) это полярно-радиально-кольцевые и сотовые, как обладающие большей надежностью и живучестью. Изучение структуры железнодорожных сетей стран Большой восьмерки показало, что в континентальных странах (Франция, Германия, США, Канада, европейская часть России) распространена полярно-радиально-кольцевая структура, а в островных и полуостровных странах (Великобритания, Япония, Италия) доминирует сотовая структура.

Анализ начертания сети железных дорог Республики Казахстан показывает, что ее можно по структурному признаку разделить на две части (рис.1).

Центральная часть имеет незавершенную полярно-радиально-кольцевую структуру с полюсом в новой столице Казахстана г. Акмоле. Вокруг Акмолы простирается незамкнутое кольцо, проходящее через города Алматы - Берлик - Джамбул - Чимкент - Кызыл-Орда - Челкар - Кандагач - Тобол - Кустанай - Кокчетав - Чкалово - Айсары - Ерменгау - Павлодар - Конечная - Семипалатинск - Актогай - Алматы. Это кольцо будем далее называть Большим кольцом. Недостающими звеньями Большого кольца являются : Кандагач - Тобол, Чкалово - Айсары, Павлодар - Конечная. Из полюса г. Акмолы расходятся к Большому кольцу линии - лучи : в Павлодар, Актогай, Алматы, Тобол, Кокчетав, а также не доходящие до Большого кольца лучи Акмола - Джезказган, Карагайлы - Актогай.

Часть сети, примыкающая к Большому кольцу на западе, имеет сотовую структуру. Разомкнутые соты образуют линии Уральск - Кандагач - Макат - Атырау и Атырау - Макат - Бейнеу - Актау. На западе эти соты замыкают линия Урбах-Аксарайская, проходящая частично по территории России, и береговая линия Каспийского моря.

Проведенное изучение существующей сети железных дорог Казахстана показало, что она состоит из несформировавшихся полярно-радиально-кольцевой и сотовой подсетей. Представляется естественным, опираясь на опыт формирования железнодорожных сетей стран мира и учитывая сложившуюся структуру железных дорог Казахстана, конструировать структуру сети ее также как полярно-радиально-кольцевую.

Во второй главе изложены аспекты развития сети дорог Казахстана.

Потребность в развитии железнодорожной сети определяется исходя из интересов государства. Они имеют различный характер (политические, экономические, культурные, социальные и другие). Это вызвало необходимость рассмотрения аспектов концепции развития сети.

В политико-административном аспекте концепции рассмотрены связи областных центров со столицей городом Акмола и между собой. Республика Казахстан административно разделена на 19 областей. Ес-

тественно, чтобы областные центры имели наиболее короткие сообщения обязательно со столицей г.Акмолы и желательно между собой. Рассмотрение схемы начертания сети железных дорог по территории республики, расчет и сравнение такого показателя как коэффициент развития линий выявил существенную отдаленность по железной дороге западных и восточных областных центров до столицы (табл.3), также затруднена связь между некоторыми областными центрами: например западных и восточных областных центров с северными и центральными. Из табл.3 следует, что коэффициент развития железнодорожных сообщений между г. Акмолы и рядом областных центров (Актау, Актюбинск, Атырау, Кызыл-Орда, Семипалатинск, Уральск, Усть-Каменогорск) больше двух. Строительство новых линий Кандагач - Акмола, Бейнеу - Челкар, Челкар - Аркалык, Конечная - Павлодар, Кызыл-Орда - Джезказган снижают коэффициент развития до величины меньше двух. Кроме того введение новых линий Кандагач - Тобол, Кызыл-Орда - Джезказган, Павлодар - Конечная, Карагайлы - Актогай, Айсары - Чкалово, Кандагач - Аркалык - Акмола, Челкар - Бейнеу, Челкар - Аркалык уменьшат расстояние по железной дороге между областными центрами Казахстана.

В *производственно-экономическом* аспекте рассмотрены связи промышленных и сельскохозяйственных регионов. Казахстан - индустриально-аграрная страна, имеющая по ряду отраслей экономики важное международное значение. Республика располагает территорией богатой полезными ископаемыми (уголь, руды цветных и черных металлов, нефть), обширными площадями плодородных сельскохозяйственных угодий. Это дает возможность развивать крупное по размерам народное хозяйство. Вместе с тем громадность территории государства создает большие трудности в освоении ресурсов из-за отсутствия удовлетворительных транспортных сообщений между регионами и внутри них. В Республике Казахстан центры добычи полезных ископаемых, производства продукции сельского хозяйства и их промышленной переработки относительно равномерно распределены по территории республики и расположены главным образом в областных центрах или вблизи них. Рассмотрение промышленного аспекта

Таблица 3

№ п/п	Областной центр	Расстояние по геодезической линии до г. Акмола, км	Фактическое расстояние до г. Акмола, км	Коэффициент развития до новостройки	Новая линия	Расстояние до г. Акмола после новостройки, км	Коэффициент развития после новостройки
1	Ақтау	1750	3959	2,3	Бейнеу - Челкар-Аркалык - Акмола	2060	1,2
2	Ақтөбінск	1010	2957	2,9	Қандағач - Акмола	1312	1,3
3	Алматы	990	1313	1,3	-	-	-
4	Аркалык	330	594	1,8	-	396	1,2
5	Атырау	1490	3390	2,3	Қандағач - Акмола	1740	1,2
6	Джамбул	930	1248	1,3	-	-	-
7	Джезқазған	470	773	1,6	-	-	-
8	Қарағанды	200	234	1,2	-	-	-
9	Қызыл-Орда	825	1924	2,3	Қызыл-Орда - Джезқазған	1211	1,5
10	Қокшетау	275	296	1,1	-	-	-
11	Қустанай	565	707	1,2	-	-	-
12	Павлодар	410	438	1,1	-	-	-
13	Петропавловск	435	485	1,1	-	-	-
14	Семіпалатинск	640	1562	2,4	Павлодар - Конечная	836	1,3
15	Талды-Курган	865	1450	1,7	-	-	-
16	Уральск	1400	3422	2,4	Қандағач - Акмола	1740	1,3
17	Усть-Каменогорск	815	1927	2,4	Павлодар - Конечная	1201	1,5
18	Чимкент	1005	1451	1,4	-	-	-

показало настоятельную необходимость сооружения линий: Кандагач - Тобол, Кызыл-Орда - Джебказган, Павлодар - Конечная, Карагайлы - Актогай, Айсары - Чкалово, Кандагач - Акмола, Челкар - Бейнеу, Челкар - Аркалык. Поэтому полярно-радиально-кольцевая структура сети железных дорог является наиболее предпочтительной для страны с таким распределением предприятий промышленного и сельскохозяйственного комплекса.

В *социально-культурном* аспекте рассмотрены связи между культурными и научными центрами, местами отдыха населения. С социально-культурных позиций сеть железных дорог Республики Казахстан должна удовлетворять потребности населения в поездках к местам массового отдыха и лечения, культурным, историческим, спортивным центрам, по личным нуждам (Алматы, Туркестан, курорт Боровое и др.). Строительство выше приведенных линий существенно решает задачу социально-культурного обслуживания населения.

В *межгосударственном* аспекте рассмотрены связи Республики Казахстан с другими государствами. Географическое положение Казахстана создает возможность организации эффективных транзитных перевозок пассажиров и грузов через территорию республики между странами Азии Европы. На Западе и Севере Казахстан граничит с Россией, на Востоке - с Китаем, на Юге - с Туркменистаном, Узбекистаном, Киргизстаном. На западном берегу Каспийского моря расположен Азербайджан, а на южном берегу - Иран. В данной работе предложен новый маршрут Трансевропейской магистрали по территории республики: Москва - Озинки (Россия) - Уральск - Актюбинск - Кандагач - Аркалык - Акмола - Караганда - Карагайлы - Актогай - Дружба - Урумчи (Китай) (протяженность маршрута ориентировочно составляет 4450 км). Для реализации данного маршрута необходимо строительство линий Карагайлы - Актогай, Кандагач - Аркалык - Акмола.

В *физико-географическом* аспекте дана характеристика природных условий и рельефа местности Республики Казахстан. Физико-географические особенности территории (геологического строения, рельефа, гидрологии, климата, почвенного покрова, растительности и др.), су-

щественно влияют на очертание и дальнейшее формирование сети железных дорог Республики Казахстан. Здесь прежде всего следует выделить условия рельефа, которые определяют выбор руководящих уклонов на трассах железных дорог. Крутизна подъемов наряду с расстояниями перевозок во многом определяют стоимость перевозки. Анализ физико-географических аспекта концепции развития сети железных дорог Казахстана показал, что 9/10 территории страны представляет собой равнинную поверхность и только 1/10 часть от общей площади, на юго-востоке республики, занимают горы. Таким образом физико-географические условия большей части страны по характеру рельефа, отсутствию сейсмических явлений не препятствуют развитию сети предлагаемых железных дорог.

Рассмотренные выше аспекты концепции требуют необходимость сооружения линий: Кандагач - Тобол, Кызыл-Орда - Джезказган, Павлодар - Конечная, Карагайлы - Актогай, Айсары - Чкалово, Кандагач - Акмола, Челкар - Бейнеу, Челкар - Аркалык.

Сооружение новых линий, целесообразность которых определяется аспектами концепции развития сети железных дорог Республики Казахстан, завершает формирование Большого кольца и обеспечивает ряд новых транспортных связей внутри него и за его пределами, что также подтверждает что полярно - радиально - кольцевая структура сети наиболее целесообразна для сети железных дорог Казахстана.

В третьей главе представлены принципы и критерии формирования концепции развития сети дорог Республики Казахстан.

Выработка концепции развития сети железных дорог Республики Казахстан требует многостороннего подхода. Для убедительности предлагаемых решений необходима разработка принципов и критериев ее оценки.

В главе представлены особенности сети железных дорог, системный анализ характеристик, методические и операционные принципы, критерии оценки эффективности развития сети железных дорог Казахстана. При формировании структуры сети железных дорог Республики Казахстан необходимо исходить из следующих концептуальных методических принципов: связность; целенаправленность; совместимость; планомерность; нали-

чие цели; комплексность; вариантность; оптимальность; этапность; непрерывность; согласованность; автономность; иерархичность; динамичность; терминальность; комфортность; безопасность; бесперебойность; экологичность; рентабельность. **Операционные** принципы развития сети железных дорог включают следующие организационные и технологические принципы:

1. Создание базы данных. Эта база должна содержать всю необходимую для планирования развития сети железных дорог информацию и инструментарий удобного ее поиска, пополнения и обновления.

2. Моделирование. Предполагает формирование системы экономико-математических моделей, позволяющих определить необходимые для планирования характеристики “вход-выход” для изучаемой сети железных дорог.

3. Организация интерактивного режима. Что даст возможность “проигрывать” различные сценарии развития железнодорожной сети и ее подсистем, и их взаимодействия в разных условиях функционирования.

4. Координация. Разработка планов по транспорту и другим взаимодействующим отраслям и сферам народного хозяйства производится согласованно по срокам и содержанию, с тем чтобы своевременно мог осуществлен обмен необходимой информацией и составление плана могло быть завершено в директивные сроки.

Эти принципы выявляют основные условия формирования сети железных дорог, их статуса, структуры, юридических основ и надежности функционирования и управления.

Критерии оценки эффективности развития сети железных дорог подразделяются (условно) на следующие группы: целевые критерии; внешние и экологические критерии; критерии научно-технической перспективности; коммерческие критерии; производственные критерии; рыночные критерии; критерии региональных особенностей.

Изложенные выше критерии позволяют достоверно оценить концепции развития сети железных дорог республики Казахстан и рекомендуются к применению.

Реализация данных положений при выработке концепции развития сети железных дорог обеспечивает ей научно-обоснованный, экономически целесообразный характер.

В четвертой главе выработаны варианты этапного развития сети железных дорог Казахстана. Произведена оценка ее надежности, на основе методов теории графов и теории надежности.

Представляет практический интерес оценка надежности существующей сети Большого кольца и вариантов ее развития. Для решения этой задачи в диссертации использован один из методов матричной теории графов.

С позиций теории графов сеть Большого кольца можно рассматривать как ненаправленный граф с одним источником (г. Акмола) и многими стоками (областные центры).

В качестве критерия надежности железнодорожной сети рассматривается связность. Под связностью понимают возможность железнодорожных сообщений между столицей г. Акмола и областными центрами (необязательно непосредственно), расположенными на Большом кольце и внутри него. Минимальный граф, отвечающий этому требованию, называется полным деревом. Полное дерево - это подграф ненаправленного графа, который содержит все узлы графа и не имеет петель. Количество полных деревьев b вычисляется как детерминант симметричной матрицы смежности A

$$b = \det A = \det(a_{ij}) \quad [1]$$

где a_{ij} - число линий, имеющих узлы i и j в качестве концевых, взятое со знаком минус; a_{ij} - число ребер, инцидентное узлу i .

На рис.2 представлена схема существующих и предлагаемых новых железных дорог в сети Большого кольца.

Применительно к существующей сети железных дорог Большого кольца детерминант матрицы смежности имеет вид:

$$b = \det \begin{vmatrix} 2 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 2 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 2 \end{vmatrix} = 9$$

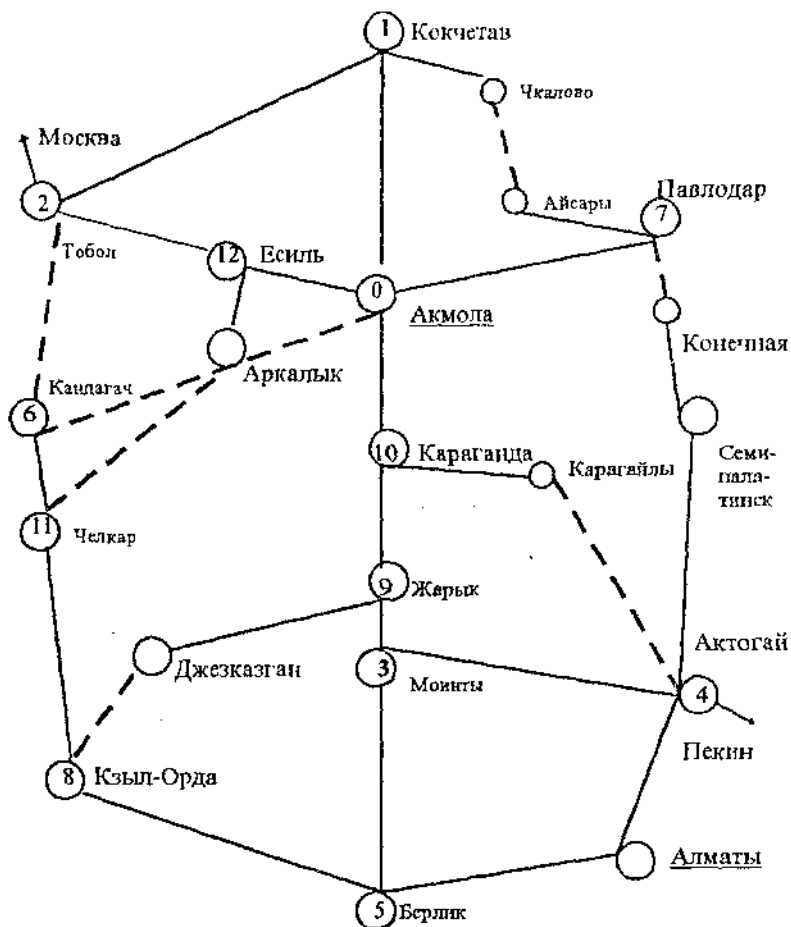


Рис.2. Схема существующих и новых железных дорог
Большого кольца

— существующие железные дороги;
- - - рекомендуемые новые железные дороги.

Невысокая численность деревьев свидетельствует о недостаточной связности существующей сети Большого кольца. Кроме того, из рис.2 следует, что отказ линии Акмола - Моинты приводит к разрыву железнодорожных сообщений внутри Большого кольца между северной и южной его частями.

Для увеличения связности сети железных дорог Большого кольца предлагается введение в нее следующих линий :

- 1) Кандагач - Акмола;
- 2) Павлодар - Конечная;
- 3) Кандагач - Тобол;
- 4) Кзыл-Орда - Дзезказган;
- 5) Карагайлы - Актогай;
- 6) Айсары - Чкалово;
- 7) Челкар - Аркалык.

Оценка надежности сети Большого кольца с учетом новых линий проведена по следующему алгоритму:

1.В сеть Большого кольца поочередно вводится одна из семи новых линий. Для всех семи вариантов вычисляются определители матрицы смежности. Линия с максимальным числом деревьев вводится в сеть Большого кольца;

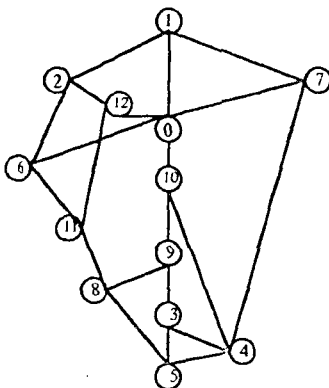
2.В сеть Большого кольца поочередно вводится одна из шести оставшихся новых линий. Для всех шести вариантов вычисляются определители матрицы смежности. Линия с максимальным числом деревьев вводится в сеть Большого кольца;

3. И т.д.до тех пор, пока не останется одна линия, которая последней вводится в сеть Большого кольца. Таким образом формируется последовательность введения новых линий в Большое кольцо, ранжированная по критерию связности.

Конечный шаг реализации этого алгоритма представлен на рис. 3, а итоговый результат в табл.4 в которой коды участков соответствуют рис.2

Основная задача разработчика сети железных дорог на этапе аванпроектирования состоит в обосновании решения, касающегося структуры

а)



б)

$$b = \det \begin{vmatrix} 3 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 3 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 3 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 4 & -1 & 0 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 3 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 3 & -1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 3 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 3 & -1 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 3 \end{vmatrix} = 37572$$

Рис.3. Итоговый этап развития сети железных дорог
Республики Казахстан:
а- граф; б- детерминант матрицы смежности

Итоговая таблица ранжированных показателей связности сети
Большого кольца при введении новых участков

№ п/п	Новый участок	Код участ- ка	Длина участка L, км	Показатель связности b	ΣL , км	K, трлн. руб.
1	2	3	4	5	6	7
1	Челкар-Аркалык	11-12	732	53	732	14,640
2	Павлодар-Конечная	4-7	252	412	984	19,680
3	Кзыл-Орда- Джезказган	8-9	438	742	1422	28,440
4	Кандагач-Тобол	2-6	750	2495	2172	43,440
5	Карагайлы-Актогай	4-10	456	7590	2628	52,560
6	Айсары-Чкалово	1-7	60	17681	2688	53,760
7	Кандагач-Акмола	0-6	1218	37572	3906	78,120

сети.

Для повышения надежности сети железных дорог возникает задача не только обеспечить заданные показатели надежности, но и произвести это как можно более экономично, с наименьшими затратами, то есть оптимальным образом.

В качестве формальных критериев задачи рассматривается два критерия: связность сети, определяемая детерминантом матрицы смежности b , капитальные вложения K на новое железнодорожное строительство.

При наличии одного ограничивающего показателя двойственная задача развития Большого кольца может быть сформулирована в двух следующих постановках.

1. Провести такое развитие сети, обеспечивающее минимальные капитальные вложения K , при заданном показателе связности b_0 .

То есть найти $\min K$ при $b=b_0$.

2. Провести такое развитие сети, обеспечивающее максимальный показатель надежности b , при заданных капитальных вложениях K_0 .

То есть найти $\max b$ при $K=K_0$.

Данная задача может быть решена с помощью ранжированной последовательности. Эта последовательность представлена в табл.4. В графе 5 табл.4. представлены показатели связности b сети Большого кольца полученные в результате использования предложенного в этой главе алгоритма оптимального развития сети по критерию b . В графе 6 табл.4. представлен нарастающим итогом критерий $\sum L$. Критерии b и $\sum L$ табл.4. ранжировано по возрастанию. В графе 7 представлены суммарные капитальные вложения на строительство новых участков. Строительная стоимость 1 км однопутной железной дороги на тепловозной тяге в ценах 1984 года экспертно составляет 2 миллиона рублей, коэффициент пересчета на современные цены составляет 10000.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Концепция развития сети железных дорог Республики Казахстан.

1. В диссертационной работе создана научная концепция развития сети железных дорог Республики Казахстан.

2. Предварительно был проведен анализ исторического формирования сети железных дорог Республики Казахстан, и сделан вывод о том, что в настоящее время она представляет собой незавершенную полярно - радиально-кольцевую структуру с полюсом в столице Казахстана г. Акмолла и окружающим его Большим кольцом (Алматы - Берлик - Джамбул - Чимкент - Кызыл-Орда - Челкар - Кандагач - Тобол - Кустанай - Кокчетав - Чкалово - Айсары - Ерментау - Павлодар - Конечная - Семипалатинск - Ахтогай - Алматы). К Большому кольцу на западе и востоке примыкают сети с сотовой структурой. В Большом кольце полярно-радиально-кольцевой структуры отсутствуют звенья: Кандагач - Тобол, Айсары - Чкалово, Павлодар - Конечная.

3. Проведенный в диссертации анализ показателей густоты сети железных дорог показал, что сеть железных дорог Казахстана уступает по плотности сетям железных дорог стран Большой восьмерки.

3. В работе были исследованы структуры сетей железных дорог стран Большой восьмерки. Это исследование показало, что в континентальных странах (Франция, Германия, США, Канада, европейская часть России) сети железных дорог имеют полярно-радиально-кольцевые структуры. В островных и полуостровных странах (Великобритания, Япония, Италия) сети железных дорог имеют сотовую структуру. Поскольку Казахстан является континентальной страной и в настоящее время его сеть представляет собой незавершенную полярно-радиально-кольцевую структуру, то в диссертации в качестве концептуальной структуры сети железных дорог Казахстана принята полярно-радиально-кольцевая структура с центром в его столице г. Акмоле.

4. В диссертации проведено рассмотрение аспектов концепции развития сети железных дорог Республики Казахстан (политико-административный, производственно-экономический, социально-культурный, межгосударственный, физико-географический), которое показало, что все эти аспекты убедительно свидетельствуют о целесообразности создания сети железных дорог Республики Казахстан в виде полярно-радиально-кольцевой структуры.

5. В исследовании разработаны принципы и критерии развития сети железных дорог Республики Казахстан (связность, целенаправленность, совместимость, планомерность, наличие цели, комплексность, вариантность, оптимальность, этапность, непрерывность, согласованность, автономность, иерархичность, динамичность, терминальность, комфортность, безопасность, бесперебойность, экологичность, рентабельность). Эти принципы и критерии определяют методологию и технические требования к формированию полярно-радиально-кольцевой структуры сети железных дорог Республики Казахстан.

6. В диссертации разработана методология этапного формирования вариантов развития полярно-радиально-кольцевой структуры сети железных дорог Республики Казахстан и проведена их оценка по критерию надежности (связности) и экономичности (капиталовложениям). С этой целью сеть железных дорог Казахстана представлена в виде ненаправленного

графа. В качестве критерия связности принято число полных деревьев графа сети, вычисляемое с помощью определителя матрицы инцидентий. Разработан алгоритм формирования оптимальной сети железных дорог Большого кольца по показателям связности и суммарной строительной стоимости новых участков сети железных дорог, замыкающих Большое кольцо и образующих внутри него радиальные связи.

7. В заключение с помощью этих показателей построена оптимальная ранжированная последовательность этапного развития сети железных дорог Республики Казахстан, которая позволяет решить для лица принимающего решения (ЛПР) двойственную условно-оптимальную задачу:

либо обеспечить заданную надежность сети при минимальных капитальных вложениях;

либо обеспечить максимальную надежность сети при заданных капитальных вложениях.

ЛИТЕРАТУРА

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Гавриленков А.В., Исинаманов Б.А., Шуданов С.У. Концепция развития сети железных дорог Республики Казахстан. // Алматы: Транскурьер. № 29. 1996. с.8-9
2. Гавриленков А.В., Исинаманов Б.А., Шуданов С.У. Оценка надежности сети железных дорог Республики Казахстан. // Вестник МИИТа. № 2. 1996.
3. Шуданов С.У. Основы концепции и оценка надежности развития сети железных дорог Республики Казахстан. // Деп. ЦНИИТЭИ МПС России. 1997.