



Н 34

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

М.ТЫНЫШПАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҚӨЛІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛАР АКАДЕМИЯСЫ  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ ИМ. М. ТЫНЫШПАЕВА»

**МАТЕРИАЛЫ**  
международной научно-практической  
конференции  
«НАУКА И ИННОВАЦИИ  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ  
ТРАНСПОРТЕ»

ТОМ 7



АЛМАТЫ  
2007





«ҚАЗАҚСТАН ТЕМІР ЖОЛЫ» ҰЛТТЫҚ КОМПАНИЯСЫ»  
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚР ЖОҒАРЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫ АССОЦИАЦИЯСЫ

«М. ТЫНЫШПАЕВ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ КӨЛІК ЖӘНЕ  
КОММУНИКАЦИЯЛАР АКАДЕМИЯСЫ» АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

## «ТЕМІР ЖОЛ КӨЛІГІНДЕГІ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ИННОВАЦИЯЛАР»

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК  
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ

МАТЕРИАЛДАРЫ

*7 ТОМ*

АЛМАТЫ  
2007

ББК 39.20-06

Т 33

Редакция алқасы:

С.А.Алпысбаев – бас редактор, Р.Қ.Сатова – бас редактордың орынбасары, редколлегияның мүшелері: В.З.Васильев, Н.К.Исингарин, Э.П.Исаенко, С.М. Біттібаев, Е.А.Исаханов, М.А.Кобдиқов, С.Е.Бекжанова, Е.Е.Қарсыбаев, В.Г.Солоненко, М.С.Кульгельдинов, Б.А.Белгібаев, Е.Т.Әуесбаев, М.Д.Зальцман, Н.М.Махметова, С.Х.Достанова, Т.Д.Абақанов, М.Б.Имандосова, Т.К.Қойшиев, Ш.Б.Биттеев, И.Т.Өтепбергенов, Н.Т.Смағұлова, Т.Б.Баяхметов, Н.Н.Ыбрышев, А.А.Истаева, С.К.Мырзалы, А.Д.Мұстапаева

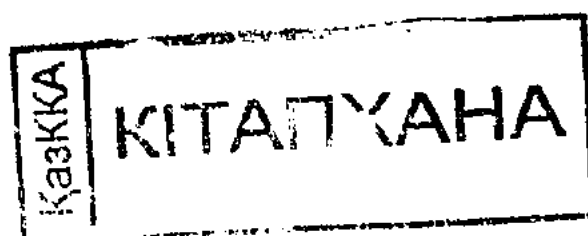
Т 33 «Темір жол көлігіндегі ғылым және инновациялар»: Халықаралық ғылыми-практ. конф. 6-7 желтоқсан 2007 ж. Алматы: ҚазККА баспасы, 2008.  
Т. 7, - 254 б.: ил. 89.

ISBN 978-601-207-132-0

Мақалаларда көліктің, көлік инфрақұрылымының даму, көлік дәліздерінің қалыптасу, көлік-коммуникациялық кешені үшін мамандар дайындау мәселелері, сонымен қатар мемлекет ішінде және мемлекеттер арасында үйлесімді және ұтымды көлік байланыстарының даму перспективалары, көліктік жүйенің интеграциясы және техникалық дамыту қарастырылған.

Ғылыми және инженер – техникалық қызметкерлер, көлік және техникалық жоғары оқу орындарының студенттері мен оқытушыларына, аспиранттарына, көлік саласындағы кәсіпорындар мен ұйымдардың жетекшілері мен мамандарына арналған.

ББК 39.20-06



© «М.Тынышпаев атындағы Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы» АҚ, 2008

ISBN 978-601-207-132-0 (Т.7)  
978-601-207-028-6



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НАЦИОНАЛЬНАЯ КОМПАНИЯ «ҚАЗАҚСТАН ТЕМІР ЖОЛЫ»

АССОЦИАЦИЯ ВУЗОВ РК

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«КАЗАХСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
ИМ. М. ТЫНЬШПАЕВА»

## МАТЕРИАЛЫ

Международной научно-практической  
Конференции

«НАУКА И ИННОВАЦИИ  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»

*ТОМ 7*

АЛМАТЫ  
2007

ББК 39.20-06

Н 34

**Редакционная коллегия:**

С.А. Алпысбаев – главный редактор, Р.К. Сатова - заместитель главного редактора, члены редколлегии: В.З. Васильев, Н.К. Исингарин, Э.П. Исаенко, С.М. Биттибаев, Е.А. Исаханов, М.А. Кобдиков, С.Е. Бекжанова, Е.Е. Карсыбаев, В.Г. Солоненко, М.С. Кульгельдинов, Б.А. Бельгибаев, Е.Т. Ауесбаев, М.Д. Зальцман, Н.М. Махметова, С.Х. Достанова, Т.Д. Абаканов, М.Б. Имандосова, Т.К. Койшиев, Ш.Б. Биттеев, И.Т. Утепбергенов, Н.Т. Смагулова, Т.Б. Баяхметов, Н.Н. Ибришев, А.А. Истаева, С.К. Мырзалы, А.Д. Мустапаева

Н 34 «Наука и инновации на железнодорожном транспорте»: Междунар. науч.-практ. конф. 6-7 декабря 2007 г. Алматы: КазАТК, 2008.  
Т. 7, - 254 с.: ил. 89.

ISBN 978-601-207-132-0

В статьях рассмотрены проблемы развития транспорта, транспортной инфраструктуры, формирования транспортных коридоров, подготовки кадров для транспортно-коммуникационного комплекса, а также перспективы развития гармоничных и благоприятных внутригосударственных и межгосударственных транспортных связей, вопросы технического развития и интеграции транспортных систем.

Предназначен для широкого круга научных и инженерно-технических работников, аспирантов и студентов транспортных и технических вузов, руководителей и специалистов транспортных предприятий и организаций.

**ББК 39.20-06**

© АО «Казахская академия транспорта  
и коммуникаций им.М.Тынышпаева», 2008

ISBN 978-601-207-132-0 (Т.7)  
978-601-207-028-6

Нурсейтов Ж.Т. - АО «НК «КТЖ»

## ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ: ПУТИ И МЕТОДЫ ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Устойчивый экономический рост и финансовая стабильность Казахстана не могут быть обеспечены без обновления производственно-технологической базы отечественных предприятий как основного звена производственно-экономической системы страны. Для этого необходимо обеспечить привлечение значительных инвестиций, обеспечивающих в рыночной экономике расширенное воспроизводство основного капитала. В соответствии с рекомендациями экспертов, изучавших опыт стран, решавших данную проблему в целях структурного преобразования экономики, норма накопления в основной капитал ежегодно должна составлять более 30% от ВВП.

С 1998 г. по 2004 г. рост экономики Казахстана в выражении ВВП составил 2,72 раза, норма накопления в основной капитал в последние годы составляет порядка 30-36% (таб. 1) /1/. То есть норма накопления в основной капитал в стране соответствует рекомендациям. Однако, для научно-обоснованного обеспечения повышения конкурентоспособности народного хозяйства необходимо прояснение природы экономического роста и определение механизмов его поддержания. Как показывает структурный анализ (таб. 1), значительная доля инвестиций в стране приходится на добывающие отрасли, а не на перерабатывающие.

Таблица 1. Динамика инвестиций по отраслям экономики

Показатели / годы	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	За период, Σ	Доля, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ВВП, млрд. тенге	1 733	2 016	2 599	3 250	3 776,3	4 449,9	4 716,8	22 541	
темп роста ВВП (к предыдущему году)	1	1,16	1,29	1,25	1,16	1,18	1,25		
темп роста ВВП (к 1998 г.)	1	1,16	1,50	1,88	2,18	2,57	2,72		
Инвестиции в основной капитал, млрд, тенге, в т.ч.	264,20	369,08	595,66	943,39	1 099,9	1 327,9	1 703,7	6303,884	100
Доля от ВВП	0,152	0,183	0,229	0,290	0,291	0,298	0,361	0,28	
темп роста инвестиций (к предыдущему году)	1	1,40	1,61	1,58	1,17	1,21	1,28		
в добычу материалов энергетики, сырой нефти и природного газа	-	143,359	275,387	387,952	428,826	439,649	423,617	2098,790	33,3
в обрабатывающую промышленность	44,127	44,987	71,607	104,775	103,421	13,012	200,368	700,297	11,1
в строительство	16,896	13,661	21,241	40,738	50,366	82,025	151,222	376,149	6
в производство и распределение электроэнергии, газа и воды.	19,885	19,526	17,505	27,826	27,522	28,434	27,842	168,540	2,7
в ж/д транспорт	-	-	-	23,975	14,649	50,185	51,760	192,970	3,1

*Составлена автором по данным Агентства РК по статистике /1/*

В частности, инвестиции за период 1998-2004 гг. составили: в добычу материалов энергетики, сырой нефти и природного газа ~ 33%; в обрабатывающую

промышленность ~ 11%; в строительство ~ 6%; в производство и распределение электроэнергии, воды ~ 2,7%; в железнодорожную отрасль ~ 3%. В тоже время, мировая практика развития передовых государств свидетельствует, что необходимо проводить сбалансированную горизонтальную промышленную политику, обеспечивающую равные возможности для развития всех отраслей и предприятий в стране, что обеспечит балансировку всех составляющих компонентов народнохозяйственной системы и связей между ними. Необходимо также учитывать факторную, инвестиционную и инновационную стадии развития субъектов экономики с целью определения передовых источников развития их конкурентных преимуществ /2/.

При этом, высшей стадией развития является инновационная, при которой предприятия обеспечивают конкурентные преимущества за счет нововведений, разработки уникальных товаров и услуг, т.е. осуществляя расширенное воспроизводство на старом и новом рынках. Именно инновационные процессы становятся важнейшим фактором конкурентного развития потому, что инновации обеспечивают гораздо более высокий уровень отдачи, чем простое привлечение дополнительных ресурсов. Основу инновационного процесса составляет инновационная деятельность, связанная с трансформацией идей, результатов научных исследования и разработок в новый или усовершенствованный продукт, внедряемый на рынок или производство. Как следствие, необходимо развивать инновационную деятельность в различных секторах и на различных уровнях экономики страны, регионов, а также и на глобальном уровне.

Однако, создание условий для развития инновационной экономики, т.е. экономики, способной сохранять конкурентные преимущества при достаточно значительных колебаниях амплитуды конъюнктуры рынка и обеспечивающей возможность эффективной работы на глобальном рынке, является сложной задачей. Так как инновационная деятельность, как указывалось выше, предполагает осуществление целого комплекса научных, технологических, организационных, финансовых, коммерческих мероприятий, направленных на создание и внедрение новшества. В тоже время же, для промышленных предприятий Казахстана характерно то, что их инновационная активность, как правило, связана с использованием технологий, созданных вне этих предприятий. Поэтому основная проблема поиска инновационных возможностей и формирование их эффективных комбинаций для промышленных отраслей и предприятий в первую очередь сводится к разработке и внедрению эффективной системы отбора инноваций и обоснования необходимых методов воздействия, позволяющих учитывать целенаправленное организационное формирование и внедрение инноваций.

В представленной статье автором обоснованы основные подходы к разработке системы управления инновационной деятельностью на железнодорожном транспорте, представлены основные факторы воздействия на данный процесс.

Железнодорожный транспорт представляет собой важный компонент инфраструктуры страны. Модернизация технической базы и оснащение современной техникой железнодорожного транспорта, комплексное развитие его инфраструктуры является фундаментом увеличения перевозочных способностей и важным источником эффективности его работы. При этом, если внутренние механизмы и внешние инструменты развития будут обеспечены формированием конкурентных преимуществ, факторами проявления которых являются инновационные импульсы, тогда можно рассчитывать на то, что уровень развития железнодорожного транспорта будет соответствовать экономическому росту страны. В этой связи, актуальным вопросом становится теоретическое и методологическое обоснование эффективной системы управления инновациями на железнодорожном транспорте, так как только в этом случае она будет органично встраиваться в общую систему управления. Необходимо с учетом основных принципов построения системы управления инновационной деятельностью,



обосновать методологические подходы и критерии оценки эффективности функционирования и развития железнодорожного транспорта, а также подходы к формированию новой экономической модели управления его развитием.

Изучение передового опыта внедрения инноваций, оценка систем управления инновационной деятельностью на ведущих предприятиях /2, 3/, показали, что такая система управления должна позволять:

- определять, когда потенциал предприятия находится на грани исчерпания (критический уровень развития);
- классифицировать инновации с целью объемной характеристики их совокупности;
- устанавливать необходимые уровни инновационных вложений как целевых показателей;
- производить отбор необходимых инновационных ресурсов, посредством которых обеспечивается управляющее воздействие;
- обосновывать необходимые методы воздействия, позволяющие учитывать целенаправленное организационное формирование и внедрение инноваций;
- выбирать организационную форму инновационной деятельности, включая выбор экономической модели функционирования и модель технологического развития.

В целях обоснования системы управления инновационной деятельностью на железнодорожном транспорте, автором была исследована экономическая модель его перспективного развития /4/. В основу экономической модели управления положен принцип наилучшего использования факторов производства, обеспечивающий наибольший доход в условиях технологических ограничений. Модельный анализ закономерностей развития железнодорожного производства был осуществлен на основе агрегированной экономической модели динамического развития производственной системы, с учетом различного характера формирования и направления инвестиций. По результатам качественного анализа экономической модели автором получено выражение, характеризующее тип устойчивого развития производственной системы /4/:

$$\frac{dk}{dt} = ax - k(\mu + n) \quad (1)$$

в соответствии с которым рост капиталовооруженности определяется соотношением следующих величин: доли фактически произведенных инвестиций ( $a$ ) в условиях производительности труда ( $x$ ), к темпу прироста трудовых ресурсов ( $n$ ) и выбытию капитала с нормой  $\mu$ . Очевидно, что отраслевой уровень капиталовооруженности ( $k$ ) падает, если фактические инвестиции меньше, чем необходимые для сохранения требуемого уровня, и наоборот. Дальнейший анализ дифференциального уравнения (1) позволил автору охарактеризовать следующие типы (характер) формирования капиталовооруженности в производственной системе:

1. При  $k > \frac{ax}{\mu + n}$  – замедляющееся падение капиталовооруженности (в фонды не

поступает никаких вложений, и фондовооруженность сокращается за счет износа и увеличения занятых, т.е. имеет место “проедание” фондов).

2. При  $k < \frac{ax}{\mu + n}$  – рост капиталовооруженности (фондовооруженность растет, пока

система не достигнет стационарного режима).

3. При  $k = \frac{ax}{\mu + n}$  – стационарный (устойчивый) режим (отмечается такое

воспроизводство, которое позволяет поддерживать фондовооруженность на стационарном уровне).

Анализ характера развития капиталовооруженности в производственной системе



по данной методике позволяет оценивать потенциал предприятия и пределы его исчерпания.

В частности, на железнодорожном транспорте в период последнего десятилетия XX века имел место первый тип развития капиталовооруженности, что было обусловлено общим спадом экономики, сокращением объемов перевозочной работы и, как следствие, снижением доходности хозяйственной деятельности, а также инвестиций в основной капитал. Конкурентоспособность поддерживалась за счет избыточных мощностей и дезинвестиций, таким образом, состояние железнодорожного комплекса в этот период носило экстенсивный факторный характер. При этом износ основных фондов достиг угрожающих размеров и составил >60%.

Начиная с 2000 года в связи с улучшением общей экономической ситуации, увеличением размеров инвестиций в обновление фондов, характер развития капиталовооруженности постепенно приобретает черты второго - инвестиционного.

Приоритетной задачей для железнодорожного транспорта становится переход на третью инновационную стадию развития, что обеспечит устойчивый характер его развития.

В тоже время, комплексный характер инноваций, их многосторонность и разнообразие областей и способов использования, требуют их разграничения. На основе передового опыта развития инновационной деятельности /3/, с учетом специфики железнодорожного производства, автором предложена к применению следующая классификация железнодорожных инноваций /4/, имеющая практическое значение для создания системы управления и позволяющая дать объемную характеристику их совокупности, которая включает:

- стратегические инновации – инновации, реализация которых носит упреждающий характер в целях получения конкурентных преимуществ в перспективе;
- базисные инновации – целевые инвестиции, становящиеся основой формирования нового уклада и направления в железнодорожной технике и т.п.;
- улучшающие инновации (модернизация и реконструкция) – затрагивающие уже существующий продукт, качественные или стоимостные характеристики которого заметно улучшены за счет использования более эффективных компонентов и материалов;
- псевдоинновации (рационализирующие) - направленные на частичное улучшение устаревших поколений техники и технологий и обычно тормозящие технический прогресс.

Типизация инноваций, в соответствии с представленной классификацией, позволит конкретизировать их отбор, адресность управленческих воздействий, формы реализации и продвижение на рынке, которые естественно будут не одинаковы для различных типов инноваций.

При этом, определяющим фактором, влияющим на уровень и темп прироста ресурсного потенциала предприятия и которым можно целенаправленно управлять, является доля стратегических базисных инноваций в инвестиционном портфеле. В целях обеспечения качественного развития ресурсного потенциала железнодорожного транспорта, автором на основе предложенного классификатора инноваций рекомендован норматив конкурентоспособной доли инвестиционного портфеля (доля стратегических и базисных инноваций) в рамках сбалансированного наличия ресурсов /4/:

- в условиях простого воспроизводства – до 25% (пассивная доля);
- в условиях расширенного воспроизводства на старом рынке – от 25 до 50% (значительная доля);
- для расширенного воспроизводства на старом и новом рынках – более 50 % (активная доля).

Таким образом, с учетом рекомендуемых уровней можно обосновать методы воздействия, определить совокупность необходимых инновационных ресурсов,



посредством которых и обеспечивается управляющее воздействие. В этом случае инвестиции в развитие ресурсного потенциала пойдут не просто на увеличение объема фондов, а на их качественное совершенствование, что обеспечит ускоренное прохождение инвестиционной стадии развития конкурентоспособности и переход на его инновационную стадию. Данное предложение можно обосновать следующими доводами: опыт развития передовых зарубежных компаний доказывает необходимость установления уровней инновационных вложений как целевых показателей достижения, а размер доли обосновывается масштабностью и спецификой развития железнодорожного транспорта.

В перспективном плане развития железнодорожного транспорта до 2015 года обозначены основные направления его инновационного развития, имеющие стратегический и базовый характер, это:

- оснащение магистральных железнодорожных путей техническими устройствами, системами их содержания и диагностирования последнего поколения;
- создание условий для развития отечественных предприятий по производству и ремонту вагонов и локомотивов, а также создания совместных предприятий с ведущими мировыми производителями железнодорожной техники;
- создание современной интегрированной системы информационного обеспечения транспортных процессов, включая внедрение автоматизированных систем управления на железнодорожном транспорте;
- *создание современных логистических комплексов для развития мультимодальных и интермодальных (контейнерных, контейнерных, комбинированных) перевозок и улучшения качества транспортного обслуживания.*

При этом доля указанных стратегических и базисных инноваций в общей сумме необходимых инвестиций составляет 30-35%. Их реализация позволит обеспечить соответствие уровня развития железнодорожного транспорта индустриальному развитию страны, приблизиться по качественным характеристикам к мировым стандартам, достичь высокого уровня конкурентоспособности через улучшение качества управления, рост транзитного потенциала, развитие транспортной инфраструктуры.

**Выводы:** разработка эффективной системы управления инновационными процессами на железнодорожном транспорте должна включать:

1. формирование модели технологического развития на основе:

- классификатора железнодорожных инноваций, обеспечивающего объемную характеристику их совокупности;
- необходимых инновационных ресурсов, посредством которых обеспечивается управляющее воздействие;
- обеспечение норматива конкурентоспособной доли инвестиционного портфеля (доля стратегических и базисных инноваций), обеспечивающего качественное совершенствование основных фондов, ускоренное прохождение инвестиционной стадии развития и переход на инновационную стадию;
- эффективных методов воздействия;

2. формирование экономической модели функционирования на принципах наилучшего использования факторов производства, что обеспечит поддержание стационарного режима капиталовооруженности производственной системы, являющегося одним из факторов закрепления на траектории устойчивого развития.

#### Литература

1. Статистический ежегодник Казахстана. – Алматы, -2004.
2. Портер М. Конкурентная стратегия. – М., 2005. – 448 с.
3. Гольдштейн Г.Я. Инновационный менеджмент: учебное пособие. – Таганрог: ТГРТУ, 2002. – 209 с.



4. Нурсеитов Ж.Т. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук. – Алматы, -2007.

**Рашидов Т.Р.** - академик АН РУз, ИМиСС (Узбекистан, Ташкент)

**Ишанходжаев А.А.** - профессор ГАДИ (Узбекистан, Ташкент)

**Кондратьев В.А.** – к.т.н., доцент САСИ (Узбекистан, Самарканд)

## **ОЦЕНКА И СНИЖЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА В ТАШКЕНТЕ И САМАРКАНДЕ ВКЛЮЧАЯ ТРАНСПОРТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

В настоящее время наблюдается тенденция роста численности жертв от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Взяв данные за период 1994-2003 гг. как средний статистический показатель, можно констатировать, что в результате стихийных бедствий в мире ежегодно погибает 40 тысяч человек, 260 миллионов становятся жертвами природных катаклизмов.

В Азиатском Регионе стихийные бедствия разрушительной силы происходят в среднем 2-3 раза в год. Среднее количество жертв достигает отметки 230 миллионов, что составляет 90% мирового показателя. Предполагается, что основными факторами роста частоты разрушительных стихийных бедствий являются быстрый рост населения, активизирующиеся урбанизационные процессы, сокращение лесных площадей, изменения в окружающей среде и т.д.

Карта сейсмической опасности мира указывает, что развивающиеся Азиатские государства находятся в высокоактивных сейсмических регионах мира.

Стихийные бедствия препятствуют устойчивому экономическому развитию стран Азии. Одно стихийное бедствие, произошедшее в какой-либо из стран Азии, наносит экономический ущерб, превышающий годовой валовой внутренний продукт. Например, ущерб, нанесенный землетрясением в Армении в 1998 году, составил 90% ВВП страны, а ущерб от лесных пожаров в Монголии составил 200% ВВП. Стихийные бедствия в считанные секунды могут разрушить накопленное годами имущество, представляя собой серьезное препятствие на пути устойчивого экономического развития. Здесь уместно отметить, что на территориях развивающихся стран процент ущерба составляет намного больше, нежели в развитых странах.

Даже для стран с высокоразвитой, устойчивой экономикой и благополучной социальной обстановкой, сильное землетрясение, произошедшее вблизи густонаселенных районов или в регионах, где имеются крупные промышленные или энергетические предприятия, вызывает серьезные и многообразные проблемы. Для развивающихся стран, не обладающих большими резервами финансовых и материальных ресурсов, эти проблемы могут приобрести катастрофические размеры и вызвать негативные последствия в социальной жизни государства. Именно поэтому комплексная оценка уязвимости зданий и сооружений, определения уровня возможных потерь необходима для заблаговременного планирования действий в области развития экономических и социальных программ.

Люди не могут предотвратить или снизить сейсмическую опасность, но они могут быть готовыми к ней. Оценка последствий сильных землетрясений в крупных городах мира в последние годы показала, что число жертв среди населения и размер материального ущерба, могут быть значительно сокращены, если заблаговременно производится оценка сейсмического риска заселенных территорий, подготавливаются и реализуются соответствующие планы управления сейсмическим риском /2/. При этом, соответствующие затраты на мероприятия по снижению сейсмического риска и риска других чрезвычайных ситуаций, несоизмеримо меньше затрат на ликвидацию их последствий.



## Тенденции стихийных бедствий в мире



Источник: Центр исследований эпидемиологии стихийных бедствий (CRED), Университет Католик де Люван, Бельгия

Рисунок 1.

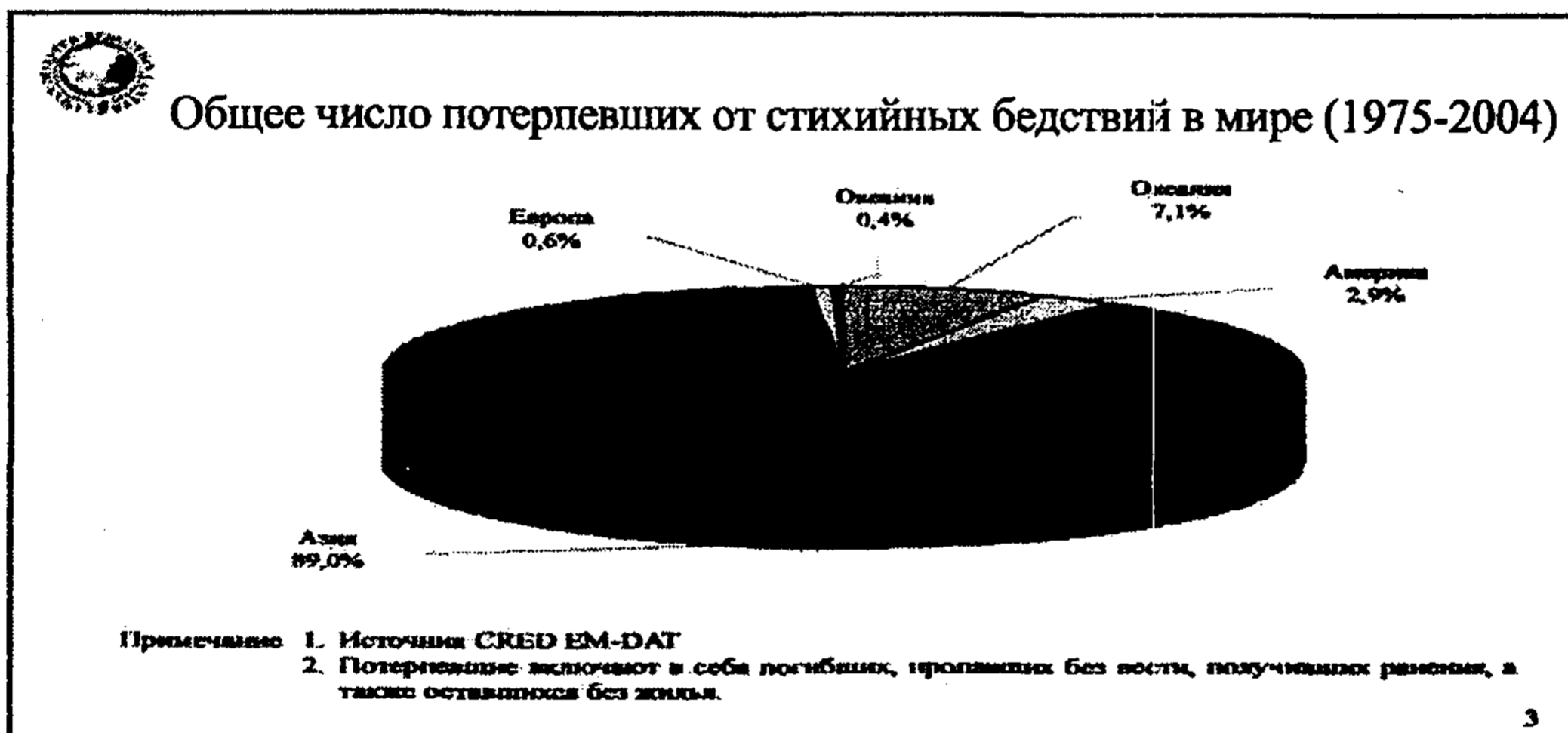


Рисунок 2.

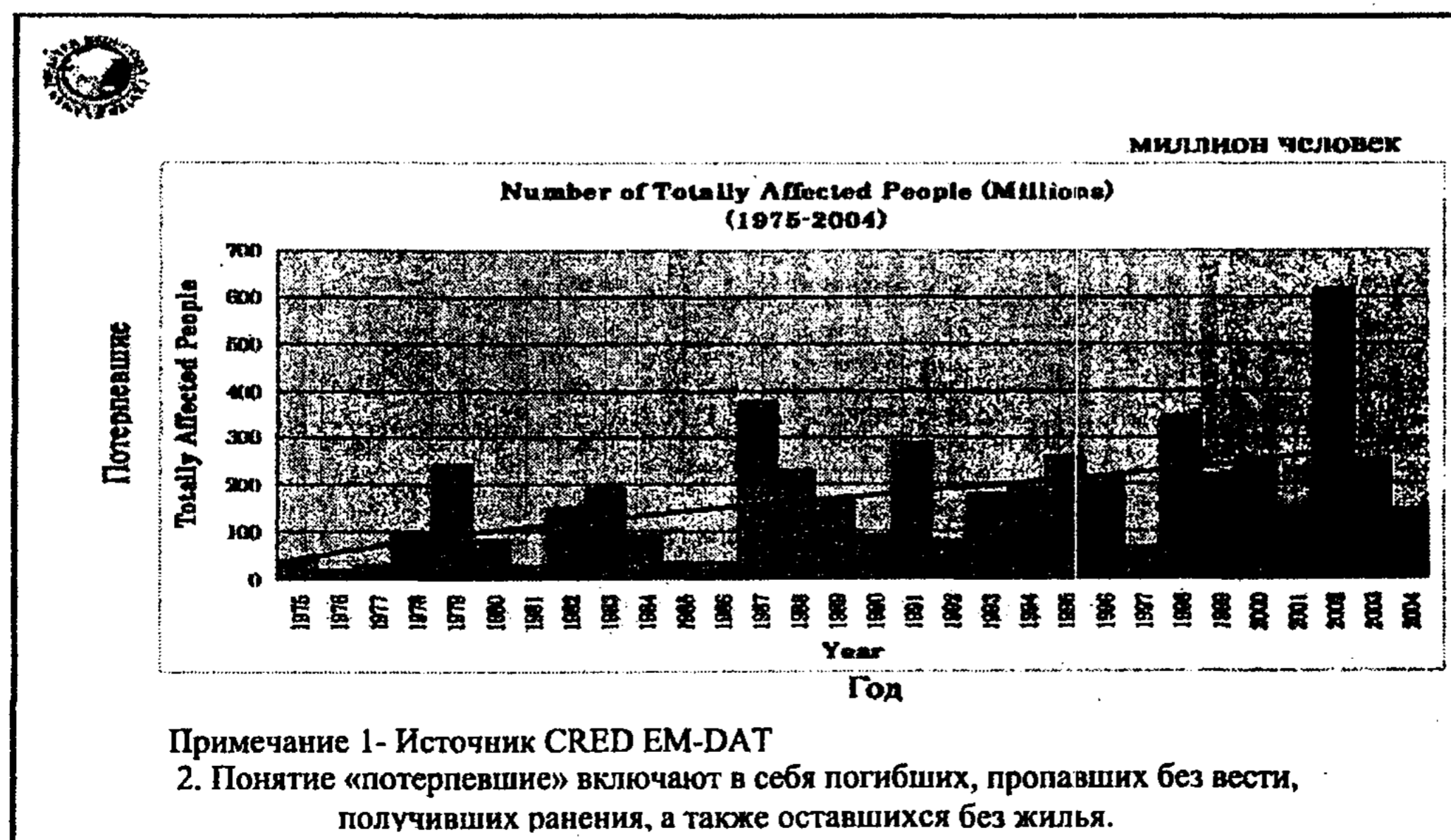


Рисунок 3. Динамика числа потерпевших людей (1975-2004)



## Экономические потери в результате стихийных бедствий



Рисунок 4.

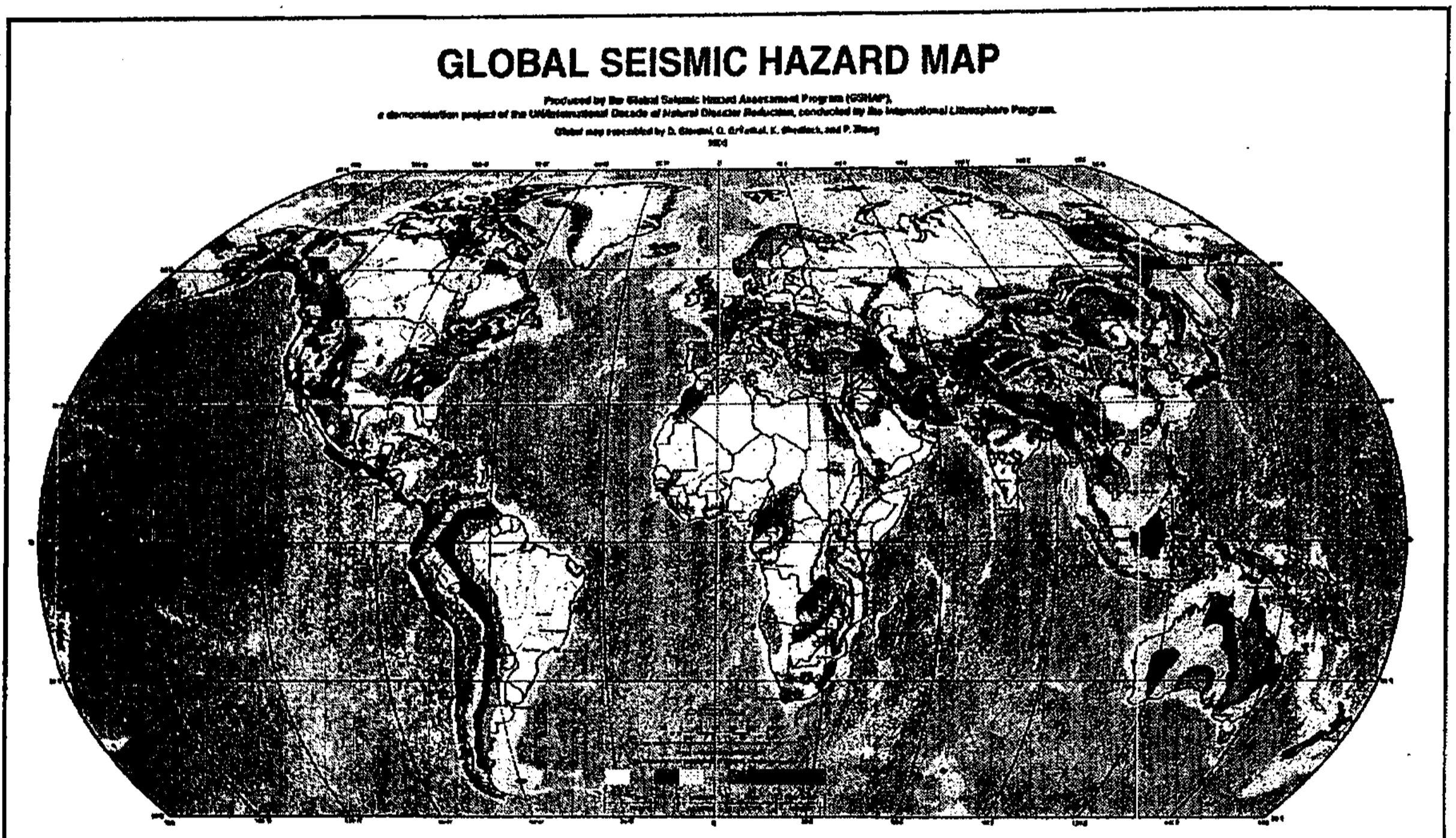


Рисунок 5. Карта глобальной сейсмической опасности, разработанная в рамках Международной Программы GSHAP (Global Seismic Hazard Assessment Program)

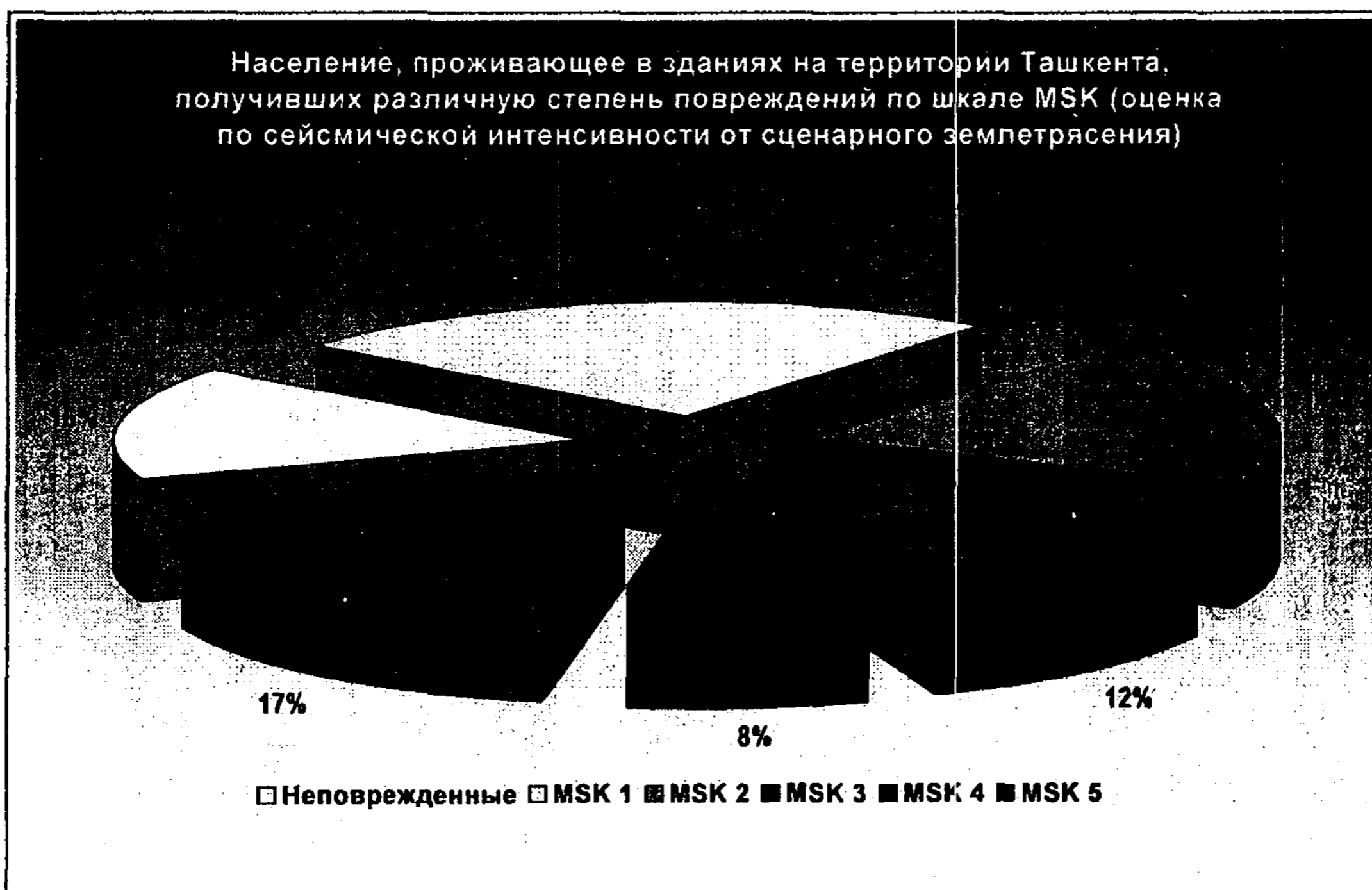
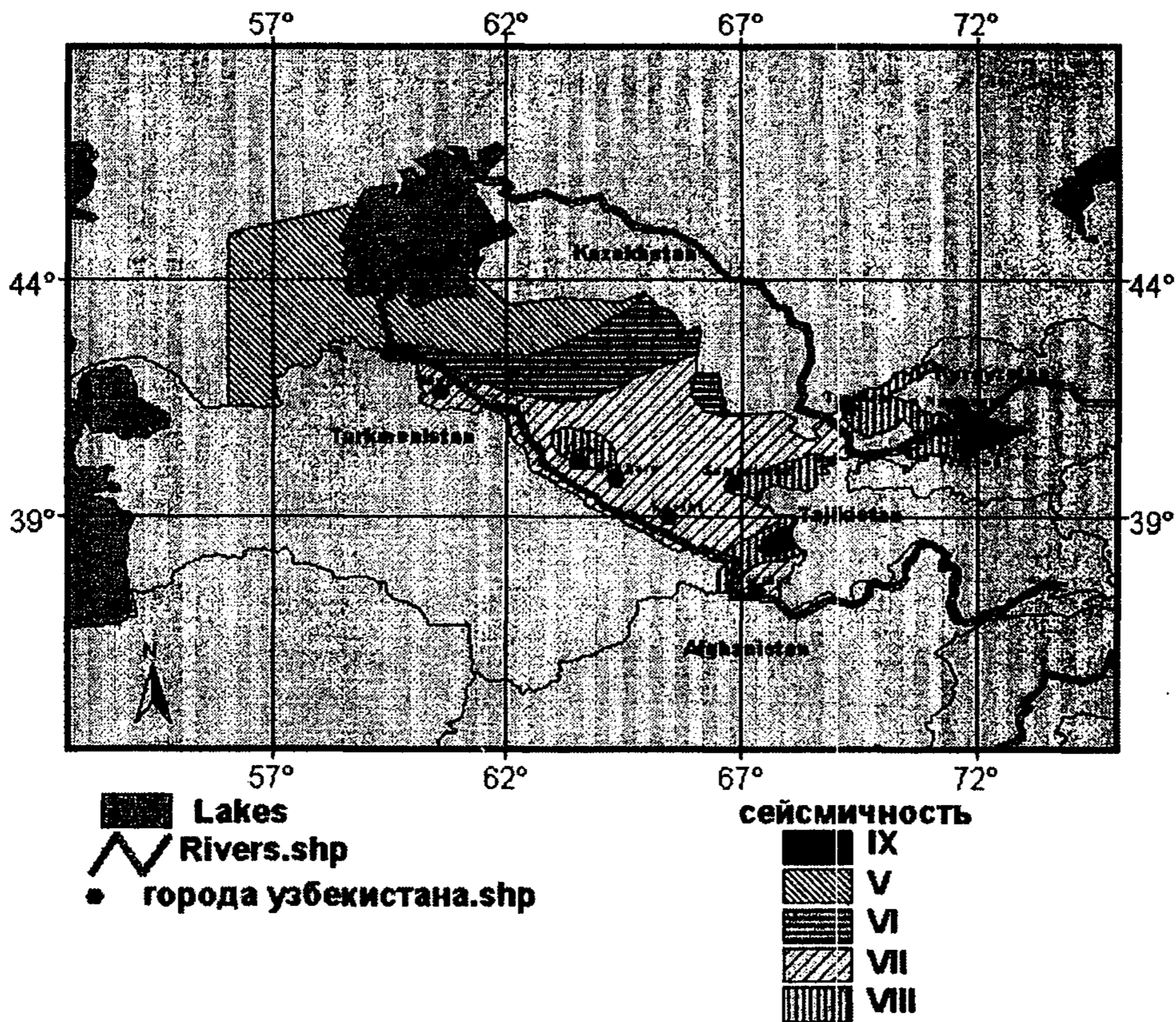
Исследования, посвященные проблемам оценки сейсмического риска, активно ведутся во многих странах мира уже не одно десятилетие, но только в последнее время они получили несколько иные приоритеты. Основной их целью стала не просто оценка сейсмической опасности, и не просто оценка сейсмической уязвимости зданий и сооружений с целью обеспечения и повышения их сейсмостойкости, а комплексный подход к решению этой проблемы с разработкой всего спектра вопросов и задач, направленных на разработку стратегии снижения возможного социального и экономического ущерба и последствий возможных землетрясений, а также других катастрофических явлений и чрезвычайных ситуаций.

В связи с этим, актуальной проблемой является оценка возможной сейсмической опасности в регионах, детальное изучение состояния построенных зданий и сооружений с позиции их сейсмической устойчивости, качества состояния. Также немаловажное



значение имеет правильное строительство новых зданий и сооружений. То есть, другими словами, во всех сферах возникает необходимость инвентаризации, построек новых объектов. На базе этого, использованием существующих нормативов, дать оценки пригодности эксплуатации существующих зданий и сооружений.

Сейсмичность территории Республики Узбекистан  
в соответствии с КМК 2.01.03-96



Также необходимо обратить внимание на соответствия с требованиями нового сейсмического строительства. В конечном счете, использование компьютерных ГИС технологий, следует определить ожидаемый ущерб тех или иных частей городах, селах,



т.е. местности возможного ущерба от землетрясений.

Наконец необходимо разработать компьютерную программу для ответственных работников, службам МЧС, указывающие на состояние зданий и сооружений при возможных землетрясениях. Т.е. разработать конкретный план действия по обеспечению устойчивости того или другого города при возможных землетрясениях. Всё это приведено в следующей концепции.

Разработка комплекса мероприятий для уменьшения сейсмического риска

1. Разработка методов оценки состояния зданий. Разработка критериев целесообразности усиления, восстановления или сноса поврежденных зданий и сооружений.
2. Рекомендации по усилению уязвимых зданий и сооружений и критерии необходимости восстановления, демонтажа или сноса зданий и сооружений. Экспериментальная проверка эффективности методов усиления для типовых и ответственных сооружений
3. Разработка упрощенного Руководства для оценки сейсмостойкости или уязвимости зданий и сооружений с включением рекомендаций по усилению уязвимых зданий. По разработанному вопроснику сам владелец (неспециалист) может самостоятельно оценить сейсмостойкость зданий и сооружений и принять решение о способе усиления.
4. Разработка превентивных мероприятий по заблаговременной подготовке к землетрясениям (склады, резервуары, укрепление зданий).
5. Мероприятия по обучению населения действиям при землетрясениях.
6. Предложения по подготовке Закона о землетрясениях.
7. Предложения об обязательной инвентаризации зданий в целях страхования.
8. Предложения об обязательном сейсмическом страховании.
9. Предложения по организации контроля за строительством зданий и сооружений.
10. Предложения об ответственности проектных и строительных организаций за качество строительства и последствия неудовлетворительного проектирования и строительства.
11. Разработка руководства для принятия оптимальных решений (градостроительных, строительных и др.) ответственными лицами на основе анализа сейсмического риска.
12. Подготовка материалов для правительства по анализу сейсмического риска для г. Ташкента.

Вся мировая общественность в настоящее время озабочена именно оценкой сейсмического риска и разработки мер по его снижению в городах и населенных пунктах земного шара.

В настоящее время в больших развитых странах (США, Япония и др.) эти мероприятия выполнены. Делаются попытки выполнения оценки и снижения сейсмического риска в развивающихся странах на базе результатов работ развитых стран.

Здесь уместно отметить, что на территориях развивающихся стран процент ущерба составляет намного больше, нежели в развитых странах. В течение последних 10 лет мы начали заниматься этими вопросами, используя богатый научно-технический потенциал ученых и специалистов Республики. При этом, г. Ташкент пережил сильное землетрясение 1966 г. и является экспериментальной лабораторией сейсмического строительства.

Мы выполнили проект «РАДИУС» ООН, выполнили грант НАТО, участвуем в качестве эксперта в работе ЕМУ и организовываем семинары и конференции в мировом масштабе по оценке и снижению сейсмического риска в Центрально Азиатских республиках.



В этом году по нашей инициативе и участии были проведены семинары для Среднеазиатских и Кавказских стран в Стамбуле (май, 2006 г.) и форум в городе Кобе, Япония (ноябрь, 2006 г.). готовимся к Узбекско-Британскому семинару молодых ученых в Ташкенте. Выполняем работы по этим направлениям по линии АН. В этих работах также участвует целая команда ученых специалистов Республики, работаем совместно с управлением ЧС г. Ташкента.

Особый интерес представляют материалы, связанные с обеспечением сейсмической устойчивости построенных и вновь создаваемых объектов жизнеобеспечения, водоснабжения, канализации, теплоснабжения, газоснабжения, дорог, мостов, плотин и др. Это естественно жизнеобеспечивающие объекты, их нормальное функционирование очень важно до и после землетрясений.

**Достанова С.Х.** – д.т.н., профессор КазАТК (Казахстан, Алматы)

**Исаханов Е.А.** - д.т.н., профессор КазАТК (Казахстан, Алматы)

**Бихожаева Г.С.** – к.т.н., доцент КазАТК (Казахстан, Алматы)

### РАСЧЕТ МНОГОСЛОЙНЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ВАРИАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Дорожная одежда представляют многослойную конструкцию. Верхние наиболее прочные слои воспринимают непосредственное воздействие внешней нагрузки от автомобилей и самолетов. Искусственное основание – слои, расположенные между покрытием и естественным основанием, являющиеся несущей частью конструкции и обеспечивающие совместно с покрытием перераспределение и снижение давления на расположенное ниже естественное основание. Естественное основание - нижние слои конструкции дорожной одежды, состоящие из подстилающих грунтов активной зоны земляного полотна. Он воспринимает нагрузки, передаваемые через верхние слои покрытия и искусственное основание. От совместной работы такой сложной системы зависит ее напряженно-деформированное состояние.

На рисунке 1 показана расчетная схема трехслойной пластины на грунтовом основании. Верхний и нижний гибкие слои рассматриваются как пластины Кирхгофа-Лява, а упругая прослойка как некоторый винклеровский слой, имеющий конечную изгибную жесткость /1, 2/. Нормальные реактивные усилия, передающиеся на верхний и нижний слои, прямо пропорциональны перемещениям, т.е. равны произведению разности прогибов верхнего и нижнего слоев на заданную жесткость прослойки  $D(w_1 - w_2)$ .

Аналогично можно составить расчетные схемы и для многослойной плиты на грунтовом основании. Наиболее распространенной является упругая модель естественного основания. Эта упрощенная модель не учитывает такие свойства грунта как пластичность и ползучесть, поэтому она наименее корректно описывает поведение грунтового основания.

Ниже приведены следующие возможные модели грунтового основания:

- 1) упругое основание (модель Винклера) /3/;
- 2) упругое полупространство (используется решение Буссинеска) /4/;
- 3) нелинейное основание /5/;
- 4) упруго-вязко-пластическое основание /6/.

В зависимости от принятой модели основания зависит степень сложности решения задач. Выбор той или иной модели определяет напряженно-деформированное состояние дорожных покрытий. В дальнейшем рассматриваются жесткие дорожные конструкции.

На рисунке 1а указаны следующие усилия:



$P_{3в}^+, P_{1в}^+, P_{1в}^-$  - нормальные и касательные усилия на верхнем слое;

$P_{3н}^-, P_{1н}^+, P_{1н}^-$  - нормальные и касательные усилия на нижнем слое;

На рисунке 1б:

$H$  - толщина деформируемого слоя грунта основания;

$P_{3н}^-, P_{1н}^-$  - реактивные усилия под подошвой плиты.

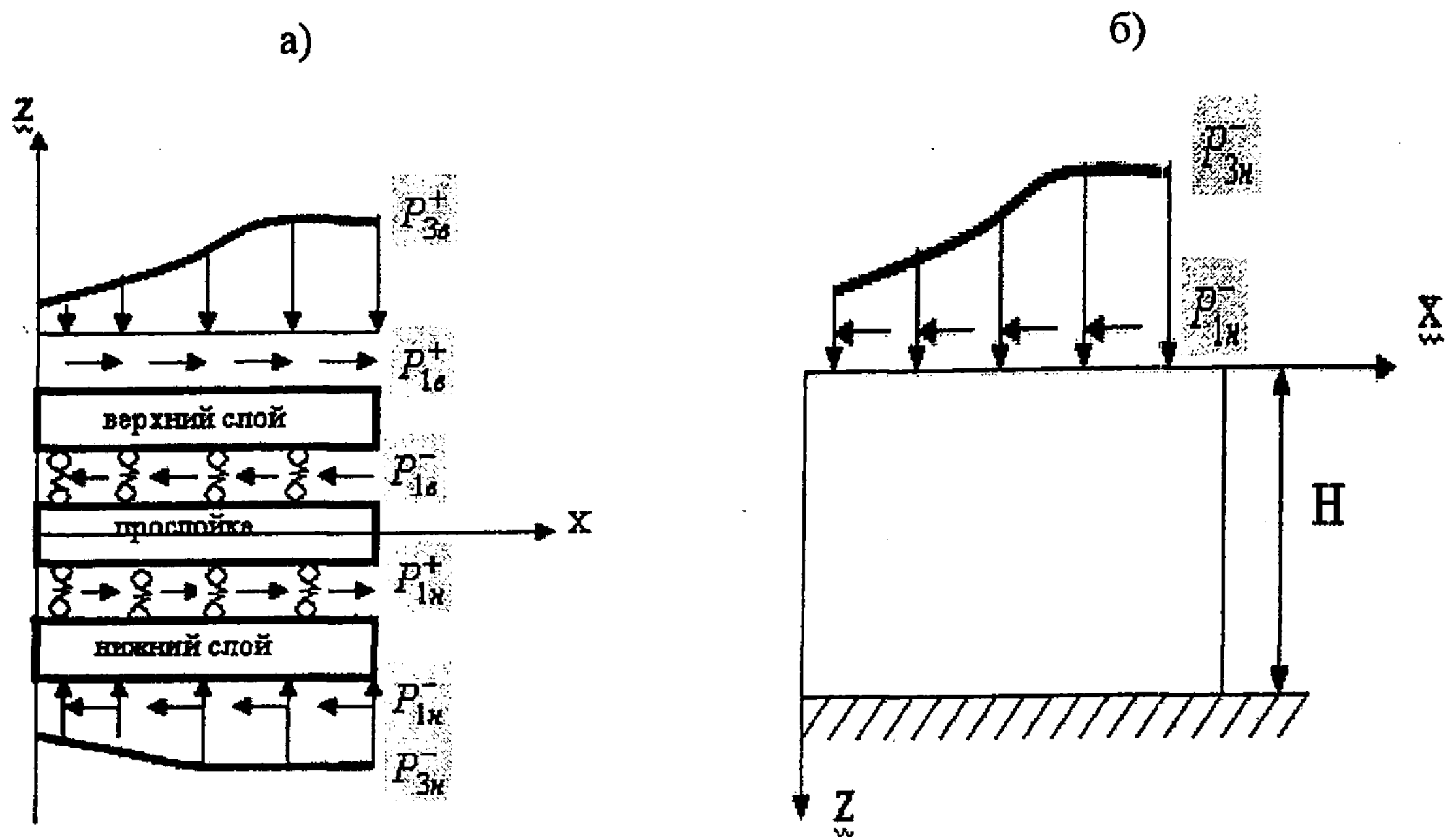


Рисунок 1. Расчетная схема трехслойной пластины на грунтовом основании.  
а) – трехслойная плита; б) – грунтовое основание

Для многослойной плиты уравнения равновесия и физические уравнения (1) /7/ записываются для каждого  $i$  – слоя отдельно, учитывая жесткое соединение упругих слоев между собой, можно записать  $w(x,y,z) = w(x,y)$  /7/. Для верхнего однородного слоя уравнения равновесия имеют вид:

$$\frac{\partial \theta_x}{\partial x} + \frac{\partial \theta_y}{\partial y} - \nabla^2 w = \frac{3}{2G_1 h_1} [q_n(x, y)],$$

$$\nabla^2 \theta_x + \frac{(1+\nu)}{2} \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial \theta_y}{\partial x} - \frac{\partial \theta_x}{\partial y} \right) + \frac{1}{4} \frac{\partial}{\partial x} (\nabla^2 w) = \frac{5h_1 G_1}{6D_1} \left( \theta_x - \frac{\partial w}{\partial x} \right),$$

$$\nabla^2 \theta_y + \frac{(1+\nu)}{2} \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial \theta_x}{\partial y} - \frac{\partial \theta_y}{\partial x} \right) + \frac{1}{4} \frac{\partial}{\partial y} (\nabla^2 w) = \frac{5h_1 G_1}{6D_1} \left( \theta_y - \frac{\partial w}{\partial y} \right),$$

где  $\theta_x, \theta_y$  - углы поворота,  $w$  - прогибы,  $h$  - толщина,  $G$  - модуль сдвига,  $D$  - изгибная жесткость,  $q_n$  - интенсивность нормальной нагрузки.

Для нижнего  $n$ -го однородного слоя уравнения равновесия имеют вид /8/:

$$\frac{\partial \theta_x}{\partial x} + \frac{\partial \theta_y}{\partial y} - \nabla^2 w = \frac{3}{2G_n h_n} \left[ -p(x, y) + \frac{\partial m_x}{\partial x} + \frac{\partial m_y}{\partial y} \right],$$

$$\nabla^2 \theta_x + \frac{(1+\nu)}{2} \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{\partial \theta_y}{\partial x} - \frac{\partial \theta_x}{\partial y} \right) + \frac{1}{4} \frac{\partial}{\partial x} (\nabla^2 w) = \frac{5h_n G_n}{6D_n} \left( \theta_x - \frac{\partial w}{\partial x} \right) + q_x,$$

$$\nabla^2 \theta_y + \frac{(1+\nu)}{2} \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\partial \theta_x}{\partial y} - \frac{\partial \theta_y}{\partial x} \right) + \frac{1}{4} \frac{\partial}{\partial y} (\nabla^2 w) = \frac{5h_n G_n}{6D_n} \left( \theta_y - \frac{\partial w}{\partial y} \right) + q_y.$$

В (2)  $p(x,y)$  - реакция грунтового основания. С учетом сдвига углы поворота складываются из угла поворота нормали к срединной поверхности и углов сдвига  $\gamma$



срединной поверхности и, следовательно, имеют вид:

$$\theta_x = \frac{\partial w}{\partial x} - \frac{\tau_{xz}^0}{G}, \quad \theta_y = \frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\tau_{yz}^0}{G}, \quad (3)$$

где  $\tau_{xz}^0$ ,  $\tau_{yz}^0$  – касательные напряжения в срединной плоскости с учетом сдвига,  $G$  – модуль сдвига,  $w$  – перемещения плиты по нормали к срединной плоскости,  $p(x,y)$ ,  $q_x$ ,  $q_y$  – внешние нагрузки, действующие на нижний слой. Сами же касательные перерезывающие напряжения, а, следовательно, и сдвиги изменяются по толщине по параболическому закону, обращаясь в ноль на верхней и нижней граничных поверхностях пластины  $z=0$ .

Для случая, когда плита свободно лежит на основании, граничные условия имеют вид /2/:

$$\text{вдоль краев } x=\pm a/2 \quad M_x=0, \quad Q_x + (1/b) \frac{\partial M_{xy}}{\partial y} = \pm P'_x,$$

$$\text{вдоль краев } y=\pm b/2 \quad M_y=0, \quad Q_y + (1/a) \frac{\partial M_{xy}}{\partial x} = \pm P'_y,$$

$$\text{при } x=0 \quad Q_x=0, \quad \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \text{ (в силу симметрии).}$$

$$\text{при } y=0 \quad Q_y=0, \quad \frac{\partial w}{\partial y} = 0,$$

где  $\pm P'_x$ ,  $\pm P'_y$  – интенсивность распределенной нагрузки по краям плиты.

Для случая, когда плита шарнирно закреплена по краям, граничные условия имеют вид:

$$\text{вдоль краев } x=\pm a/2 \quad M_x=0, \quad w=0,$$

$$\text{вдоль краев } y=\pm b/2 \quad M_y=0, \quad w=0,$$

Для случая, когда плита жестко закреплена по краям, граничные условия имеют вид:

$$\text{вдоль краев } x=\pm a/2 \quad \theta_x=0, \quad w=0,$$

$$\text{вдоль краев } y=\pm b/2 \quad \theta_y=0, \quad w=0$$

Для решения уравнений (1-2) можно использовать вариационный метод, который сводится к нахождению минимума функционала полной энергии системы.

Для случая трехслойной пластины на деформируемом основании как было ранее сказано можно гибкие слои рассматривать как пластины Кирхгофа – Лява, а упругую прослойку – как некоторый винклеровский слой /8/. Потенциальная энергия деформации для такой системы имеет вид:

$$\begin{aligned} \delta V = & \iint \left[ -(M_x)_1 \delta \left( \frac{\partial^2 w_1}{\partial x^2} \right) - (M_y)_1 \delta \left( \frac{\partial^2 w_1}{\partial y^2} \right) - (M_{xy})_1 \delta \left( 2 \frac{\partial^2 w_1}{\partial y \partial x} \right) \right] dx dy + \\ & + \iint \left[ -(M_x)_2 \delta \left( \frac{\partial^2 w_2}{\partial x^2} \right) - (M_y)_2 \delta \left( \frac{\partial^2 w_2}{\partial y^2} \right) - (M_{xy})_2 \delta \left( 2 \frac{\partial^2 w_2}{\partial y \partial x} \right) \right] dx dy \end{aligned} \quad (4)$$

В (4)  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_{xy}$  – соответственно изгибающие и крутящие моменты в слоях пластины. Система внешних сил в общем случае может быть представлена: поперечной нагрузкой, интенсивности  $q(x,y)$  на верхнем слое, реактивными усилиями со стороны прослойки  $D_2(w_1-w_2)$  и реактивным давлением со стороны основания  $p(x,y)$ . Элементарная работа  $\delta A$ , совершенная всеми внешними обобщенными силами на вариациях обобщенных перемещений, имеет вид:

$$\begin{aligned} \delta A = & \iint q(x,y) \delta w_1 dx dy - \iint p(x,y) \delta w_2 dx dy - \iint D_2(w_1 - w_2) \delta(w_1) dx dy - \\ & - \iint D_2(w_1 - w_2) \delta(w_2) dx dy \end{aligned} \quad (5)$$

Вариационное уравнение Лагранжа записывается в виде:



$$\delta V = \delta A \quad (6)$$

В уравнениях (4) и (5) вариации  $\delta w_1$ ,  $\delta w_2$  – произвольны, единственно они должны удовлетворять связям, наложенным на контур пластины. В качестве первого приближения можно использовать фундаментальные балочные функции, удовлетворяющие граничным условиям. Варьируя значения неизвестных функций в узловых точках, можно определить решение задачи с необходимой точностью из условия минимума функционала полной энергии системы.

#### Литература

1. Коренев Б.Г. Расчет плит на упругом основании. – Москва: Госстрой, 1962. – 356с.
2. Власов В.З., Леонтьев Н.Н. Балки, плиты и оболочки на упругом основании. – Москва: Физматгиз, 1960. – 492 с.
3. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. – Москва: Высшая школа, 1990. – 400 с.
4. Далматов Б.И., Бронин В.Н., Карлов Р.А. и др. Механика грунтов. Ч.1. Основы геотехники. – М, С-П, 2000. – 204 с.
5. Современные проблемы нелинейной механики грунтов / Матер. Всес. конф. – Челябинск, 1987. – С. 31-47.
6. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов. – Москва: Высшая школа, 1978. – 447 с.
7. Огибалов П.М. Изгиб, устойчивость и колебания пластинок. – М.: изд. МГУ, 1958. – 389 с.
8. Пикуль В.В. Теория и расчет слоистых конструкций. – Москва: Наука, 1985. – 182 с.

**Исаханов Е.А.** – д.т.н., профессор КазАТК (Казахстан, Алматы)

**Достанова С.Х.** – д.т.н., профессор КазАТК (Казахстан, Алматы)

**Бондарь И.С.** – ассистент КазАТК (Казахстан, Алматы)

### МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЖЕСТКИХ ОДНОСЛОЙНЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Обзор научных и экспериментальных исследований показывает возрастающий интерес теории и практики строительства к статическому и динамическому расчетам жестких дорожных и аэродромных покрытий, с помощью которых можно получить достоверные результаты. В центре внимания остаются вопросы установления и разработки необходимых критериев, определяющих справедливость использования той или иной теории. В виду сложности точного математического описания поведения таких систем необходимо проанализировать влияние отдельных факторов, выявить из них значительные, т. е. определить основные факторы, учет которых может привести к завышению или занижению несущей способности конструкции. Теоретические исследования на основании различных моделей дают возможность обобщения результатов, полученные прогнозы могут предотвратить преждевременное разрушение или выявить возможные резервы прочности.

В связи с этим в данной работе рассматриваются один из вариантов моделирования и расчета жестких дорожных и аэродромных покрытий. Составлены более полные основные уравнения для системы «плита-грунтовое основание», где большое внимание уделено взаимодействию плиты с деформируемым основанием. В результате сопоставления различных методов для решения сложных задач предпочтение отдано вариационным методам. Во-первых вариационные методы по своей физической сути не содержат тех противоречий, которые содержатся в статических уравнениях теории пластин. Другим важным преимуществом является то,

что они включают естественные краевые условия с правильными весовыми характеристиками, т.е. не требуется их специальная запись и учет. Любые граничные условия, а также учет различных видов дискретных включений можно записать в интегральном виде с помощью функций Дирака или Хевисайда. Кроме того, вариационный подход является по физической сути более правильным, поскольку определяется на пространстве функций, имеющих производные в два раза меньшего порядка по отношению, требуемого в уравнениях. Необходимость высокого порядка дифференцируемости в последних является чисто математическим условием, не соответствующим допустимым физическим характеристикам. Например, в теории упругости кусочно-постоянные характеристики материала и сосредоточенные нагрузки требуют специального математического описания в уравнениях, а в функционале этого не требуется.

В работе модифицирован известный метод прямых вариаций (метод локальных вариаций) /1, 2/. Варьируя функционал полной энергии методом приближений, отыскивается решение, соответствующее стационарному решению. Количество приближений зависит от удачно выбранного начального решения. Это решение выбрано с учетом взаимодействия плиты с опорными конструкциями или с основанием. Последнее решение основывается на упруго-вязко-пластических свойствах грунтового основания /3-5/.

Идея метода сводится к нахождению минимума некоторого функционала  $J[y]$ , определенного на каком-то классе  $\Omega$  допустимых кривых. Для того, чтобы задача имела смысл, следует предположить, что в классе  $\Omega$  существуют кривые, для которых  $J[y] < +\infty$ , и что

$$\inf J[y] = \xi > -\infty \quad (1)$$

В этом случае, по определению точной нижней грани, существует такая минимизирующая последовательность кривых  $y_1, y_2, \dots, y_n$ , что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} J[y_n] = \xi \quad (2)$$

Если для последовательности  $\{y_n\}$  существует предельная кривая  $y^{(0)}$  и если окажется законным предельный переход

$$J[y^{(0)}] = \lim_{n \rightarrow \infty} J[y_n], \quad (3)$$

то тогда  $J[y^{(0)}] = \xi$ , т.е. предельная кривая  $y^{(0)}$  и будет решением рассматриваемой задачи.

Таким образом, решение вариационной задачи прямым методом складывается из трех операций:

- 1) построения минимизирующей последовательности  $\{y_n\}$ ,
- 2) доказательства существования у этой последовательности предельной кривой  $y^{(0)}$ ,
- 3) доказательства законности предельного перехода (3).

Сами члены минимизирующей последовательности можно рассматривать как приближенные решения соответствующей вариационной задачи.

Важно подчеркнуть следующее. Построение минимизирующей последовательности, очевидно, возможно всегда, если только  $\inf J[y] > -\infty$ . Каждый из употребляемых в вариационном исчислении прямых методов характеризуется именно способом построения минимизирующих последовательностей.

Рассмотрим метод вариаций применительно к дорожным покрытиям.

Составим для пластины вариационное уравнение Лагранжа с учетом деформаций сдвига /6, 7/. Запишем функционал энергии, накопленной пластиной при варьировании деформированного состояния. Работа обобщенных сил  $M_x, M_y, M_{xy}, Q_x, Q_y$  на вариациях обобщенных перемещений  $(\delta w, \delta t_x, \delta t_y)$  дает приращение энергии деформации пластинки в виде:



$$\delta V = \iint \left[ -M_x \delta \left( \frac{\partial t_x}{\partial x} \right) - M_y \delta \left( \frac{\partial t_y}{\partial y} \right) - M_{xy} \delta \left( \frac{\partial t_x}{\partial y} + \frac{\partial t_y}{\partial x} \right) \right] dx dy + \iint \left[ Q_x \delta \left( \frac{\partial w}{\partial x} - t_x \right) + Q_y \delta \left( \frac{\partial w}{\partial y} - t_y \right) \right] dx dy \quad (4)$$

где  $w$  – перемещение по нормали,  $t_x, t_y$  – углы поворота, которые складываются из углов поворота нормали к срединной поверхности и углов сдвига к срединной поверхности. Без учета деформации сдвига углы поворота состоят только из углов поворота нормали к срединной поверхности, т.е. имеют вид:

$$\theta_x = \frac{\partial w}{\partial x}, \quad \theta_y = \frac{\partial w}{\partial y}$$

В этом случае выражение функционала потенциальной энергии деформации (4) упрощается и состоит только из деформации изгиба. Система внешних сил в общем случае может быть представлена: поперечной нагрузкой интенсивности  $q(x,y)$ , изгибающими моментами  $m_x, m_y$ , создаваемые касательными напряжениями на внутренней поверхности пластины, реактивным давлением со стороны основания  $p(x,y)$ ,  $q_i^*, q_j^*$  – нормальные реактивные усилия по линиям контакта плиты с опорными конструкциями или по линиям включения,  $\delta(y - y_i), \delta(x - x_j)$  – функции Дирака, учитывающие дискретность включений /8/. Элементарная работа  $\delta A$ , совершенная всеми внешними обобщенными силами на вариациях обобщенных перемещений, имеет вид:

$$\delta A = \iint (q(x,y) - p(x,y)) \delta w dx dy + \iint m_x \delta \left( \frac{\partial t_x}{\partial x} \right) dx dy + \iint m_y \delta \left( \frac{\partial t_y}{\partial y} \right) dx dy + \sum_{i=1}^l \int q_i^* \delta w \delta(y - y_i) dx + \sum_{j=1}^d \int q_j^* \delta w \delta(x - x_j) dy \quad (5)$$

Реактивные усилия со стороны грунтового основания, используя модель Винклера, можно представить в виде произведения  $kw$ ,  $k$  – коэффициент постели, а  $w$  – осадки основания. В случае более сложных моделей основания (упруго полупространство, нелинейное основание, упруго-вязко-пластическое основание) реактивное давление можно представить в виде полиномов, используя методику М.И. Горбунова-Посадова /9/.

Вариационное уравнение Лагранжа записывается в виде:  $\delta V = \delta A$

Вариации  $\delta w, \delta t_x, \delta t_y$  произвольны, единственно они должны удовлетворять связям, наложенным на контур пластины. Минимизирующая последовательность решений определяется прямым варьированием неизвестных в узлах наложенной на срединную поверхность сеткой. Для этого интегралы заменяются суммой, в качестве первого приближения берутся задаваемые функции, удовлетворяющие граничным условиям.

#### Литература

1. Баничук Н.В., Петров В.М., Черноусько Ф.Л. Численное решение вариационных и краевых задач методом локальных вариаций // ЖВМ и МФ.- 1966. – Т.6, №6. - С. 14-17.
2. Черноусько Ф.Л. Метод локальных вариаций для численного решения вариационных задач // ЖВМ и МФ.- 1965. – Т.5, №4. - С. 21-24.
3. Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационное исчисление.- М.: Физматгиз, 1961. – 228 с.
4. Михлин С.Г., Вариационные методы математической физики.-М.: Наука, 1965. 324 с.
5. Токпанова К.Е.Использование метода прямых вариаций при изучении изгиба толстых

пластин // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2006.- №4(14). - С. 146-149.

6. Токпанова К.Е. Метод вариаций к решению задачи изгиба плит. // Вестник КазНТУ// Вестник КазНТУ.-2007.- №3(60) . С. 171-175.

7. Токпанова К.Е. Вариационный метод к расчету жестких аэродромных плит // Поиск.- 2007.- №2.- С.323-326.

8. Григолюк Э.И., Толкачев В.М. Контактные задачи теории пластин и оболочек.- Москва,1980. - С.416.

9. Горбунов-Посадов М.И., Маликова Т.А., Соломин В.И. Расчет конструкций на упругом основании. –М.: Стройиздат, 1984. - 679 с.

**Достанова С.Х.** – д.т.н., профессор КазАТК (Казахстан, Алматы)

**Исаханов Е.А.** - д.т.н., профессор КазАТК (Казахстан, Алматы)

**Шапанов А.Т.** – соискатель КазНИИССА (Казахстан, Алматы)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВКЛЮЧЕНИЙ**

Рассматриваются железобетонные плиты покрытий с различными видами включений. К ним относятся дискретно расположенные ребра жесткости, контурные элементы и регулярные переломы на границе смежных плит. Рассмотрены различные виды граничных условий.

В качестве исходного уравнения принято следующее /1/:

$$D\nabla^2\nabla^2w-(P_3+\frac{\partial m_x}{\partial x}+\frac{\partial m_y}{\partial y})=0,$$

где  $w$  - нормальные перемещения,  $D$  - цилиндрическая жесткость,  $E$  - модуль упругости плиты,  $h$  - толщина плиты,  $P_3$  - интенсивность нормальной нагрузки,  $m_x, m_y$  - внешние погонные моменты. Ребра жесткости и возможные переломы на границе смежных плит учитываются с помощью функций Дирака и Хевисайда. Действие ребер, контурных элементов заменяется соответствующими реактивными усилиями вдоль линии контакта /2/. Для упругого решения используется вариационный метод. В качестве первого приближения используются фундаментальные балочные функции, удовлетворяющие граничным условиям.

В результате расчета исследуется напряженно - деформированное состояние сборной плиты покрытия размеров 18x18 м в плане с толщиной  $h=0,035$ м при нагрузке  $q=0,0125$  МПа. Получены данные для трех случаев опирания:

1. 4 края шарнирно-опертые;
2. 3 края - шарнирно-опертые, а 4 – защемлен;
3. 2 края - шарнирно-опертые, 2 других края – защемлены.

В таблице 1 представлены значения прогибов и изгибающих моментов в центре плиты при различных граничных условиях. Из таблицы видно положительное влияние ребер жесткости и переломов на границе смежных плит на напряженно-деформированное состояние плиты. Наличие регулярных переломов приближают плиту к оболочечной конструкции, т.е. оптимизирует систему. Граничные условия изменяют прогибы и изгибающие моменты, с увеличением жесткости закрепления деформации и внутренние усилия уменьшаются.

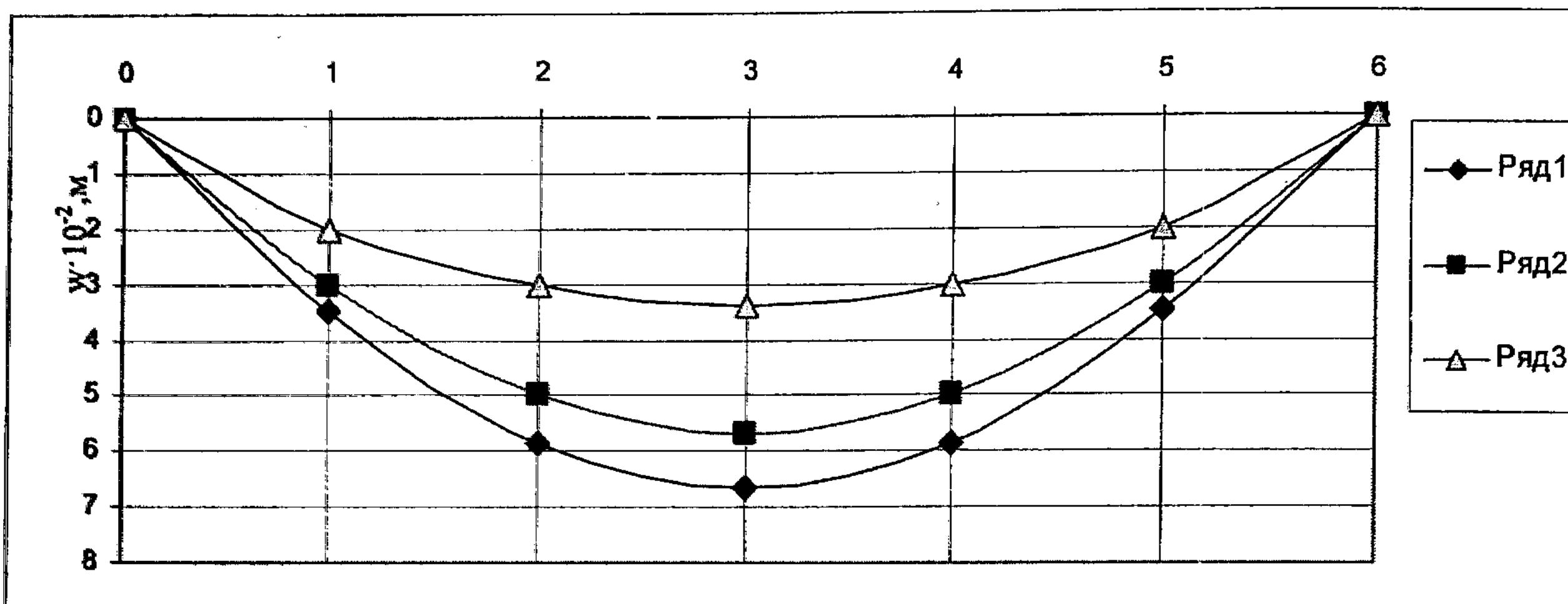
На рисунках 2,3 представлены эпюры прогибов и изгибающих моментов вдоль осей симметрии для гладких и ребристых плит для случая шарнирного опирания по контуру (сечение 1-1).



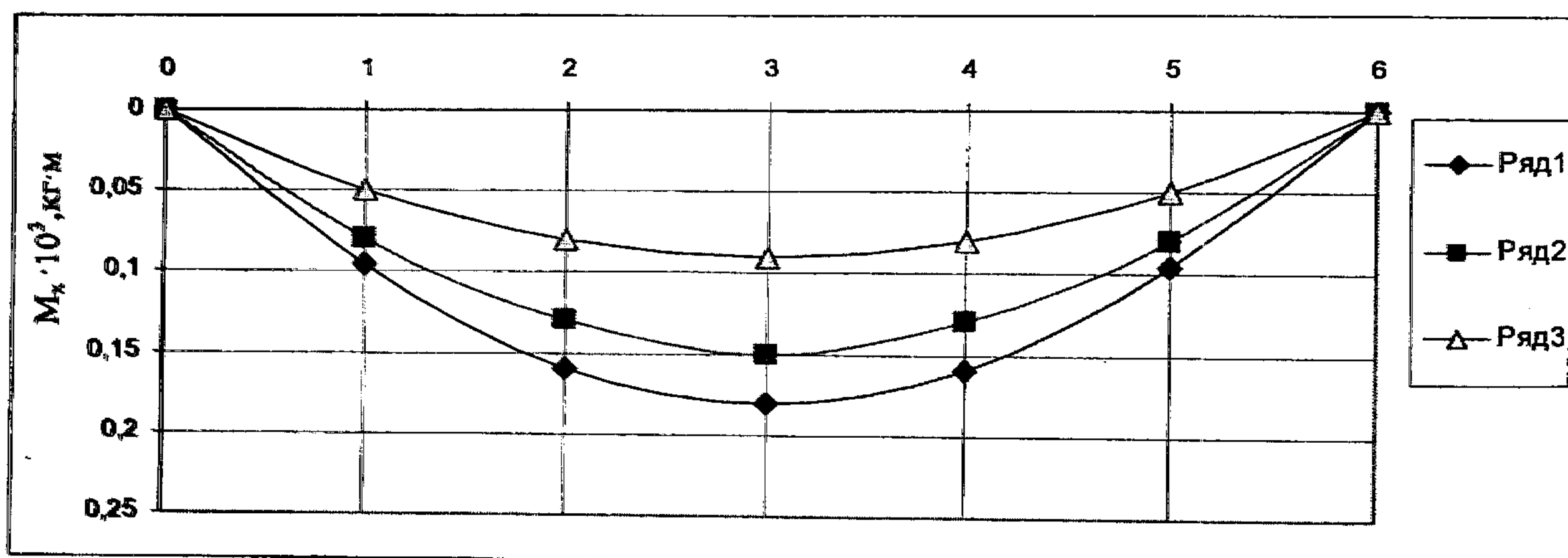
Таблица 1. Значения прогибов, изгибающих моментов в центре плиты

	гладкая	2 ребра	6 ребер	2 перелома, 2 ребра	3 перелома, 3 ребра
4 края шарнирно-опертые					
$w \cdot 10^{-2}$ м	6,69	5,70	3,38	5,15	4,22
$M_x \cdot 10^3$ кгм	0,18	0,15	0,09	0,14	0,11
3 края - шарнирно-опертые, а 4 – заземленный					
$w \cdot 10^{-2}$ м	6,22	5,65	3,14	4,79	3,93
$M_x \cdot 10^3$ кгм	0,17	0,12	0,08	0,13	0,08
2 края - шарнирно-опертые, 2 других края – заземлены					
$w \cdot 10^{-2}$ м	5,70	5,30	2,90	4,40	3,60
$M_x \cdot 10^3$ кгм	0,15	0,08	0,06	0,12	0,07

Из рисунков 1,2 видно, что при распределенной нагрузке наибольшие прогибы и изгибающие моменты возникают в середине плиты, эта картина сохраняется и для других случаев закрепления. Ребра жесткости существенно уменьшают значения прогибов и изгибающих моментов, для сборной плиты покрытия, состоящей из 6 плит, в сравнении с гладкой плитой деформации уменьшаются почти в два раза.



1 –гладкая плита; 2 – плита с двумя ребрами; 3- плита с шестью ребрами  
Рисунок 1. Эпюра прогибов вдоль сечения 1-1 для плиты 18x18 м



1 –гладкая плита; 2 – плита с двумя ребрами; 3- плита с шестью ребрами  
Рисунок 2. Эпюра изгибающих моментов вдоль сечения 1-1 для плиты 18x18 м

Рассмотрены другие примеры расчета для плит покрытий /3-5/. Независимо от размеров и упругих характеристик наряду деформированное состояние системы зависит от совместной работы плиты с различными видами включений. Используя

различные виды включений, можно оптимизировать работу сложных систем, тем самым приблизиться к эффективным конструкциям, обладающих длительной безопасностью и с большим запасом прочности.

#### Литература

1. Александров А.В., Лащеников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Тонкостенные пространственные системы. - Москва: Стройиздат, 1983. - 488 с.
2. Григолюк Э.И., Толкачев В.М. Контактные задачи теории пластин и оболочек. - Москва, 1980. - С.416.
3. Достанова С.Х. Исаханов Е.А., Токпанова К.Е. Разрешающие уравнения ребристой плиты с учетом напряжений в срединной плоскости. Вестник КазАТК, №4(29), 2004, с.4-8.
4. Достанова С.Х. О совместной работе упругой оболочки покрытия с подкрепляющими элементами при статических и динамических воздействиях. Доклады АН Республики Узбекистан, Ташкент, №1, 2003, 53-57 с.
5. Достанова С.Х. О статическом расчете плит, взаимодействующих с грунтовым основанием. Материалы Международ. науч.-техн. конф. «Достижения науки в области строительной механики и инженерных сооружений», Алматы, 2005, С. 188-191.

Телтаев Б.Б. - д.т.н., профессор КазАТК (Казахстан, Алматы)

Муратбек А.Ж. - ассистент КазАТК (Казахстан, Алматы)

Жайсанбаев А.С. - ассистент КазАТК (Казахстан, Алматы)

### УЧЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ НА ЗАСОЛЕННЫХ ГРУНТАХ

Основные требования, предъявляемые к автомобильным дорогам это эффективность работы при высоких эксплуатационных качествах и долговечность. На выполнение этих условий влияют прочность дорожных конструкций. Поэтому при проектировании автомобильных дорог необходимо учитывать все факторы, а именно, природно-климатические и грунтово-геологические характеристики района строительства, механические свойства грунтового основания и материалов, применяемых в строительстве. Все эти составляющие являются определяющими факторами в вопросе правильного выбора проектных решений.

Нормальная эксплуатация автомобильных дорог возможна при ровности покрытий, что достигается при прочном и устойчивом земляном полотне, не дающем просадок и не подверженном процессам пучинообразования. Способность земляного полотна сохранять приданные при строительстве форму и размеры, не деформируясь под воздействием различных природных и внешних факторов, является прочностью. На основе многолетнего опыта строительства выработаны конструкции устойчивого земляного полотна - типовые поперечные профили земляного полотна /1/.

Засоленность грунтов влияет на их физическое состояние, особенно в зимнее время. Если говорить о положительном влиянии содержащихся солей в грунте, то можно рассматривать с позиции понижения температуры замерзания грунтов и повышения удобоизвлекаемости при строительстве. Засоленные грунты имеют значительные прочностные характеристики при природном залегании. При увеличении влажности и при миграции солей, в результате чего происходит вынос легкорастворимых солей, происходит потеря прочности. Залегание засоленных грунтов происходит слоями. При этом количественный состав солей по глубине неравномерен. Особенность засоленных грунтов в том, что в процессе движения воды через грунт происходит процесс химической суффозии. В результате чего соли выщелачиваются из