

УДК 519.71:614.1  
ББК 22.1:51.2

М.П. Дьякович  
Е.П. Бокмельдер  
В.А. Батурин  
Б.С. Будаев  
С. Б. Бадмацыренова

**РЕШЕНИЕ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫХ  
И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПО СОХРАНЕНИЮ  
И РАЗВИТИЮ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА  
РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛЕЙ  
ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ\***

Обсуждаются вопросы использования динамического моделирования для решения медико-социальных и экономических задач по сохранению и развитию трудового потенциала Республики Бурятия. Представлены результаты численных экспериментов с моделями и даны прогнозные оценки смертности и заболеваемости населения трудоспособного возраста, а также ресурсов здравоохранения, требуемых при строительстве туристско-рекреационных комплексов и дальнейшем развитии инфраструктуры открытой экономической зоны «Байкал».

*Ключевые слова:* трудовой потенциал, модели динамики, смертность, заболеваемость, ресурсы здравоохранения, туристско-рекреационный комплекс, Республика Бурятия.

M.P. Diyakovich  
Ye.P. Bokmelder  
V.A. Baturin  
B.S. Budaev  
S.B. Badmatsirenova

**SOLVING MEDICAL, SOCIAL AND ECONOMIC PROBLEMS  
OF SAVING AND DEVELOPMENT OF LABOR RESOURCES  
IN THE BURYAT REPUBLIC USING  
DYNAMIC SYSTEMS MODELS**

The paper discusses using dynamic simulating for solving medical, social and economic problems of saving and development of labor resources in the Buryat Republic. Demonstrates results of numerical experiments with simulated situations; contains forecasts of mortality and morbidity levels of able-bodied population,

\* Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-07-00267; РГНФ, проект № 09-02-00650; РГНФ, проект 08-06-00528а

© М.П. Дьякович, Е.П. Бокмельдер,  
В.А. Батурин, Б.С. Будаев,  
С.Б. Бадмацыренова, 2010

and evaluation of public health care resources required for the construction of tourism and recreational complexes and further development of the open economic zone «Baikal» infrastructure.

*Keywords:* labor resources, dynamic models, mortality, morbidity, public health care resources, tourism and recreational complex, the Buryat Republic.

Устойчивое развитие региональной экономической системы, сбалансированное с возможностями окружающей среды и сохранением природных объектов не возможно без устойчивого развития трудового потенциала. Наиболее остро стоит эта проблема на территориях, обладающих богатыми природными ресурсами и уникальными объектами природы, так как именно на этих территориях нарастают противоречия между экологическими и экономическими целями.

Действующий на протяжении 40 лет режим экологической регламентации ограничивал на социально-экономическое развитие Республики Бурятия (РБ), и для улучшения качества и уровня жизни ее населения необходим скорейший переход к устойчивому опережающему развитию, которое не возможно без преломления негативных тенденций в воспроизводстве трудовых ресурсов, как главного элемента обеспечения устойчивого развития.

РБ обладает значительным трудовым потенциалом (64% населения трудоспособного возраста), в то же время, являясь особенно неблагоприятной по уровню профессиональной заболеваемости, занимает среди субъектов РФ 13 место, а в Сибирском федеральном округе (СФО) — 2 место после Кемеровской области. Указанное обусловлено рядом таких причин, как устаревшее технологическое оборудования, несоблюдение правил промышленной безопасности, несовершенство входных медицинских осмотров.

В последние годы по уровню социально-экономического развития РБ занимает промежуточное место между средними и наиболее слабыми регионами страны. Хотя промышленность остается ведущей отраслью, ее доля в структуре ВРП снизилась за 15 лет более чем в 2 раза, снизился объем производимой продукции, отсюда низкий налоговый потенциал и незначительные собственные инвестиционные ресурсы. Произошло снижение потенциала сельского хозяйства, что привело к росту безработицы в сельских районах. РБ относится к проблемным районам, с уровнем дотационности республиканского бюджета до 50%, в 2007 г. ВРП на душу населения составлял лишь 57 и 74% от российского и среднесибирского. По среднедушевым денежным доходам РБ отставала от среднероссийского и среднесибирского уровня соответственно на 29 и 14%, по инвестициям в основной капитал на душу населе-

ния — на 43 и 45%. В РБ отмечается один из самых высоких уровней безработицы — 13%, а уровень бедности в 2 раза превышает среднероссийский.

Энергетическая ценность среднесуточного рациона питания населения республики Бурятия в течение ряда лет находится на уровне 69% от рекомендуемой медицинской нормы. Недостаток ценных пищевых продуктов с высоким содержанием белков замещается продуктами с высоким содержанием углеводов (хлеб, картофель), избыток которых в рационе представляет опасность для здоровья населения, увеличивая риск сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, а также болезней органов пищеварения и эндокринной системы [10; 11].

РБ, как и Россия в целом, находится в настоящее время на такой стадии эпидемиологического перехода, на которой, согласно А. Омрану [6], смертность от некоторых причин экзогенного характера (желудочно-кишечных заболеваний и детских инфекций) снижается, а от квазиэндогенных причин (болезней системы кровообращения, новообразований, травматизма) растет и смещается в трудоспособные возраста. Это связано не столько с загрязнением окружающей среды, сколько с пьянством, способствующим росту смертности от несчастных случаев, и с психологическим стрессом, ведущим к нервным срывам [2; 8].

Смена жизненных приоритетов, чрезмерная эксплуатация трудового потенциала, не сопровождаемая необходимыми затратами на его восстановление приводят к ухудшению социально-демографических показателей. Решение накопившихся проблем требует прямого участия правительства и иных государственных органов управления РФ, поскольку РБ практически лишена возможностей в достижении социальных целей. Так по оценке Минэкономразвития РБ до 15% ВРП составляют ежегодные потери в связи с повышенными издержками, связанными с охраной Байкальской территории, и экологически обусловленные производственные потери [4; 9]. Из-за удорожания производства продукция многих отраслей становится неконкурентоспособной, кроме того происходит отвлечение бюджетных средств на возмещение дополнительных издержек, которые могли бы использоваться как инвестиционные ресурсы.

Часть факторов, влияющих на количественное и качественное воспроизводство трудового потенциала, является управляемыми, поэтому принятию управленческих решений в сфере сохранения и развития полноценного трудового потенциала, необходимого для устойчивого развития, должен предшествовать анализ существующей ситуации, научно-обоснованный прогноз его динамики,

опирающийся на современные информационные технологии. Моделирование динамики здоровья трудоспособного населения с учетом эколого-гигиенических, социально-экономических причин, а также поведенческих реакций населения представляются весьма актуальными. В ходе работы были изучены социально-экономические условия жизнедеятельности населения, включая показатели развития здравоохранения по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по РБ. Численные эксперименты с моделью проводились с помощью программного комплекса А.Ю. Горнова [3].

Десятилетняя (1995–2005) динамика основных тенденций здоровья населения РБ свидетельствует о росте заболеваемости и смертности, снижении продолжительности жизни. Уровень заболеваемости населения вырос на 49%, в том числе взрослого — на 36%. Ежегодно около 40% жителей РБ погибает в трудоспособном возрасте вследствие болезней системы кровообращения (50%), несчастных случаев, отравлений и травм (22%), новообразований (12%). В РБ зарегистрирован более высокий уровень мужской смертности в трудоспособном возрасте в сравнении с РФ и СФО, сохранявшийся на протяжении последних 10 лет [7]. По мнению М. Brenner, перспектива успешной трудовой деятельности является важным условием снижения смертности мужчин [12]. В то же время следствием чрезмерной социальной дифференциации, безработицы и бедности являются рост алкоголизации, маргинализации и криминализации общества. Так, по данным Минэкономразвития РБ доля теневого оборота алкоголя в РБ достигает 45% от общего объема, что приводит к росту показателей смертности населения РБ от причин, связанных с употреблением фальсифицированного алкоголя. Число зарегистрированных в РБ преступлений за последние 15 лет возросло на 73%.

На основе собственного опыта моделирования медико-эколого-экономических процессов [5] была разработана и идентифицирована управляемая модель динамики смертности трудоспособного населения от основных причин. В модель были включены такие наиболее значимые социально-экономические факторы как доходы населения, расходы на здравоохранение, употребление алкоголя, а также некий условный негативный психосоциальный фактор, влияющий на самосохранительное поведение человека. Математическое описание модели приводится в [1]. Численные эксперименты с моделью позволили разработать несколько сценариев изменений смертности и обращаемости на пятилетнем временном отрезке. Решение задачи управления в условиях ограниченных денежных ресурсов позволило подойти к «оптимальному» сцена-

рию, показывающему, что употребление алкоголя и негативный социально-психологический фактор настолько сильно влияют на уровень смертности, что оптимальным всегда является их нижний уровень. Причем, эффективность вложений в личный доход человека выше, чем в здравоохранение, а переход на оптимальные расходы нужно осуществлять немедленно, при этом они снижаются вблизи конца временного интервала моделирования. Уровни смертности и обращаемости за медицинской помощью снижаются постепенно, в наибольшей степени вблизи конца временного интервала моделирования.

Планируемое развитие туристско-рекреационной отрасли экономики РБ, безусловно, привлечет на территорию строительства крупных туристических комплексов (ТК) мигрантов, пополняющих местное население. Актуальной в такой ситуации является оценка необходимых ресурсов здравоохранения (РЗ), обеспечивающих здоровье и благополучие населения в районе нового освоения, каким представляется Прибайкальский район РБ, где планируется развитие инфраструктуры открытой экономической зоны «Байкал». Для этого была разработана и идентифицирована управляемая модель динамики численности населения района до 2027 г. Динамика населения характеризовалась естественной составляющей и миграционными процессами, связанными со строительством и обслуживанием ТК и сопутствующей инфраструктуры. Для оценки готовности объектов для эксплуатации было введено распределение основных фондов, которое использовалось при оценке численности персонала обслуживающего объекты, запущенные в эксплуатацию. РЗ оценивались по количеству больничных коек, численности врачей, и среднего медицинского персонала. Расчеты проводились для трех базовых сценариев, в которых инвестиции соответствуют реально-плановым. Изменение доли местного населения, которое возможно будет задействовано в обеспечении функционирования ТК, значительным образом влияет на численность населения, что соответственно отражается в потребностях РЗ. В первом сценарии коэффициенты трудозатрат выбирались средними, а потребности в РЗ находились на нижней границе. Коэффициенты рождаемости и смертности соответствовали 2006 г. Во втором сценарии коэффициенты трудовых затрат и потребностей в РЗ находились на нижнем уровне, что прогнозирует минимальную численность населения и минимальные потребности в РЗ. В третьем сценарии коэффициенты трудовых затрат и потребностей в РЗ были максимальными, были увеличены коэффициенты рождаемости и смертности, что дает максимальную численность населения и максимальные потребности в РЗ.

Результаты численных экспериментов с моделью свидетельствуют о том, что во всех сценариях максимальная численность строителей будет наблюдаться первые 7 лет и колебаться от 1000 до 3000 чел. Дополнительные РЗ в этот период понадобятся на обслуживание строителей. Число туристов будет нарастать с 2013 г. и выходит на свой максимум к 2021 г. Вне зависимости от численности мигрантов первые 4–5 лет численность трудоспособного населения будет падать. Рост численности населения будет только тогда, когда мигранты будут составлять значительную долю в обслуживании туристского комплекса. Даже когда в сценарий заложены максимальные нормы обеспеченности РЗ, что отражается на повышении рождаемости и уменьшении смертности, численность трудоспособного населения падает. Несомненно, что без значительной доли мигрантов процесс функционирования ТК не может быть обеспечен. К 2026 г. численность населения по максимально возможной оценке составит 50 тыс. чел., а потребности в РЗ по койкам возрастут на 400 единиц. Наиболее вероятен вариант с уровнем миграции от 60 до 80%, с увеличением коечного фонда будет от 150 до 250, что соответствует строительству 1–2 лечебных учреждений в районе ТК.

Полученные результаты позволили определить факторы-мишени для управляющих воздействий, а также показать возможности моделирования динамических систем для адекватного выбора и оптимизации таких воздействий. Результаты моделирования могут быть использованы представителями властных структур, специалистами в области управления общественным здоровьем для выработки оптимальных управляющих решений.

### Список использованной литературы

1. Бокмельдер Е.П. Управляемая модель динамики смертности трудоспособного населения Республики Бурятия / Е.П. Бокмельдер, А.Ю. Горнов, М.П. Дьякович // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. — 2009. — № 3. — С. 8–13.
2. Величковский Б.Т. Социальный стресс, трудовая мотивация и здоровье / Б.Т. Величковский // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. — 2005. — № 2. — С. 24–36.
3. Горнов А.Ю. Вычислительные технологии решения задач оптимального управления / А.Ю. Горнов. — Новосибирск: Наука, 2009. — 279 с.
4. Дашиева Д.Д. Анализ инновационной активности предприятий Республики Бурятия / Д.Д. Дашиева // Устойчивое развитие. Наука и практика. — 2004. — № 2. — С. 67–70.
5. Моделирование и оценка состояния медико-эколого-экономических систем / под ред. В.А. Батурина. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. — 249 с.
6. Омран А. Эпидемиологический аспект теории естественного движения населения / А. Омран // Проблемы народонаселения. О демографических проблемах стран Запада. — М., 1977. — 300 с.



7. Проблемы смертности в Республике Бурятия и пути ее снижения // Материалы научно-практической конференции. — Улан-Удэ. — 2006. — 261 с.
8. Ревич Б.А. Место факторов окружающей среды среди внешних причин смерти населения России / Б.А. Ревич // Гигиена и санитария. — 2007. — № 1. — С. 25–30.
9. Садыкова Э.Ц. Особенности социально-экономических и экологических процессов в Республике Бурятия / Э.Ц. Садыкова // Российский регион: проблемы развития и управления: Всерос. науч.-практ. конф., Волгоград, 2008. — М.: ООО «Глобус», 2009. — С. 118–124.
10. Тармаева И.Ю. Особенности структуры питания на современном уровне / И.Ю. Тармаева // Успехи современного естествознания. — 2007. — № 3. — С. 16–17.
11. Хандарова И.П. Анализ структуры питания населения республики Бурятия / И.П. Хандарова, Л.В. Макарова // Устойчивое развитие: наука и практика. — 2004. — № 2. — С. 57–62.
12. Brenner M.H. Economic Change, Alcohol Consumption and Heart Disease Mortality in Nine Industrialized Countries / M.H. Brenner // Social Science and Medicine. — 1987. — V. 25(2), P. 119–131.

#### Bibliography (transliterated)

1. Bokmel'der E.P. Upravlyaemaya model' dinamiki smertnosti trudospособного naseleniya Respubliki Buryatiya / E.P. Bokmel'der, A.Yu. Gornov, M.P. D'yakovich // Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie. — 2009. — № 3. — S. 8–13.
2. Velichkovskii B.T. Sotsial'nyi stress, trudovaya motivatsiya i zdorov'e / B.T. Velichkovskii // Byulleten' VSNTs SO RAMN. — 2005. — № 2. — S. 24–36.
3. Gornov A.Yu. Vychislitel'nyetekhnologiiresheniyazadachoptimal'nogo upravleniya / A.Yu. Gornov. — Novosibirsk: Nauka, 2009. — 279 s.
4. Dashieva D.D. Analiz innovatsionnoi aktivnosti predpriyatii Respubliki Buryatiya / D.D. Dashieva // Ustoichivoe razvitie. Nauka i praktika. — 2004. — № 2. — С. 67–70.
5. Modelirovanie i otsenka sostoyaniya mediko-ekologo-ekonomicheskikh sistem / pod red. V.A. Baturina. — Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2005. — 249 s.
6. Omran A. Epidemiologicheskii aspekt teorii estestvennogo dvizheniya naseleniya / A. Omran // Problemy narodonaseleniya. O demograficheskikh problemakh stran Zapada. — M., 1977. — 300 s.
7. Problemy smertnosti v Respublike Buryatiya i puti ee snizheniya // Materialy nauchnoprakticheskoi konferentsii. — Ulan-Ude. — 2006. — 261 s.
8. Revich B.A. Mesto faktorov okruzhayushchei sredy sredi vneshnikh prichin smerti naseleniya Rossii / B.A. Revich // Gigiena i sanitariya. — 2007. — № 1. — S. 25–30.
9. Sadykova E.Ts. Osobennosti sotsial'noekonomicheskikh i ekologicheskikh protsessov v Respublike Buryatiya / E.Ts. Sadykova // Rossiiskii region: problemy razvitiya i upravleniya: Vseros. nauch.-prakt. konf., Volgograd, 2008. — М.: ООО «Глобус», 2009. — С. 118–124.

10. Tarmaeva I.Yu. Osobennosti struktury pitaniya na sovremennom urovne/ I.Yu. Tarmaeva // Uspekhi sovremenogo estestvoznaniya. — 2007. — № 3. — S. 16–17.

11. Khandarova I.P. Analiz struktury pitaniya naseleniya respubliki Buryatiya / I.P. Khandarova, L.V. Makarova // Ustoichivoe razvitie: nauka i praktika. — 2004. — № 2. — S. 57–62.

12. Brenner M.H. Economic Change, Alcohol Consumption and Heart Disease Mortality in Nine Industrialized Countries / M.H. Brenner // Social Science and Medicine. — 1987. — V. 25(2), P. 119–131.

### Информация об авторах

*Дьякович Марина Петровна* — доктор биологических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник Ангарского филиала ВСНЦ экологии человека СО РАМН — НИИ медицины труда и экологии человека, г. Ангарск, e-mail: marik914@rambler.ru.

*Бокмельдер Елена Петровна* — кандидат физико-математических наук, доцент Института математики, экономики и информатики Иркутского государственного университета, г. Иркутск.

*Батурич Владимир Александрович* — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией Института динамики систем и теории управления СО РАН, г. Иркутск, e-mail: rozen@icc.ru.

*Будаев Батор Солбонович* — кандидат медицинских наук ГУЗ «Республиканский медицинский информационно-аналитический центр» Министерства здравоохранения Республики Бурятия, г. Улан-Удэ.

*Бадмацыренова Сэсэг Балжинимаевна* — младший научный сотрудник ГУЗ «Республиканский медицинский информационно-аналитический центр» Министерства здравоохранения Республики Бурятия, г. Улан-Удэ.

### Authors

*Diyaovich Marina Petrovna* — Doctor of Biology, Senior Research Scientist, Leading Research Scientist, Angarsk Division of East Siberian Scientific Centre of Ecology of the Man, Research Institute of Labour Medicine and Ecology of the Man, Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences, Angarsk, e-mail: marik914@rambler.ru.

*Bokmelder Yelena Petrovna* — PhD in Mathematics, Associate Professor, Institute of Mathematics, Economy and Information Systems, Irkutsk State University, Irkutsk.

*Baturin Vladimir Aleksandrovich* — Doctor of Mathematics, Professor, Head of Laboratory, Institute of Management Systems and Theories Dynamics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Irkutsk, e-mail: rozen@icc.ru.

*Budaev Bator Solbonovich* — PhD in Medical Sciences, State Health Care Institution «National Medical Informational and Analytical Centre», Ministry of Health of the Buryat Republic, Ulan-Ude.

*Badmatsirenova Seseg Balzhinimayevna* — Junior Research Scientist, State Health Care Institution «National Medical Informational and Analytical Centre», Ministry of Health of the Buryat Republic, Ulan-Ude.