

Воробьева Татьяна Владимировна

Научный руководитель - доктор экономических наук, профессор
Канов Виктор Иванович

Официальные оппоненты - доктор экономических наук, профессор
Гуляков Юрий Владимирович
кандидат экономических наук, доцент
Попова Светлана Николаевна

ПРИРОДНЫЙ КАПИТАЛ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ

Ведущая организация - ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

Специальность 08.00.01 – Экономическая теория

Защита состоится 26 марта 2009 года в 14 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.099.01 при ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» по адресу 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, ауд. 33-11.

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Сибирского федерального университета. Автореферат диссертации размещен на официальном сайте Сибирского федерального университета <http://www.sfu-kras.ru>

Автореферат разослан 24 февраля 2009 г.

Красноярск – 2009

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. экон. наук, доцент

И.С. Пыжев.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертационного исследования. Для техногенного типа развития, сложившегося в развитых странах в XX веке, характерно стремление к росту объемов производства и потребления товаров и услуг без учета экологических ограничений. Развитие экономики, нацеленное на экстенсивный экономический рост, привело к истощению запасов природных ресурсов, масштабному загрязнению окружающей природной среды и к экологическому кризису на планете. Осознание важности благоприятных экологических условий для человека, а также причин и последствий экологического кризиса сделало очевидной необходимость смены приоритетов в экономическом развитии.

Процессы, происходящие в природе, обществе и мировом хозяйстве, связаны между собой и оказывают друг на друга взаимное влияние. Жизнедеятельность человека протекает в системе «Экономика-экология-социум» (ЭЭС), и изучение экономической подсистемы невозможно без рассмотрения ее связей с другими подсистемами. Из этого вытекает необходимость разработки инструментов анализа - моделей развития экономики, учитывающих роль природного капитала, позволяющих выявить новые и обосновать известные закономерности.

В связи с этим особую значимость приобретает проблема сохранения природного капитала. Природный капитал включает в себя различные виды природных ресурсов, которые выполняют как сырьевую, так и средообразующую (экосистемную), и «духовную» функции. В основном природные ресурсы являются исчерпаемыми, многие из них практически невозможно возобновить. Постепенное истощение природного капитала ставит под угрозу процесс производства товаров и услуг, а значит, и успешное функционирование мирового хозяйства.

В современных исследованиях проблемам воспроизводства природного капитала при моделировании экономических процессов уделяется незначительное внимание. Поэтому экономико-математическое моделирование воспроизводства природного капитала остается актуальной задачей вследствие эволюционных изменений, происходящих в системе ЭЭС постоянно. Как известно, ни одна математическая модель не объясняет все экономические закономерности, но каждая модель освещает определенный ракурс экологической подсистемы, позволяет изучить определенный круг проблем и выработать пути для их решения.

Исследование различных эколого-экономических и социоприродных процессов, происходящих в системе ЭЭС, необходимо для выявления роли природного капитала, его влияния на состояние системы в целом и ее подсистем, прогнозирования тенденций их развития.

Степень разработанности проблемы. Отечественными и зарубежными учеными изучались различные вопросы, связанные с проблемами воспроизводства природного капитала, в частности, снижения природоемкости продукции, демографические проблемы, моделирование эколого-экономических процессов.

Сущность концепции устойчивого развития раскрывалась в работах В.В.Аникиева, Т. Белт, Б.Е.Большакова, М. Гоуди, О.Л. Кузнецова, К. Майуми, Н.Н. Моисеева, Д.С. Львова, Д.Фуртало.

Проблемы определения категорий «природный капитал» и «природные ресурсы», а также оценки и воспроизводства природного капитала обсуждались в работах С.Н. Бобылева, И.П. Глазыриной, В.И. Канова, Р.С. Моисеева, А.Ш. Ходжаева. Вопросы снижения природоемкости продукции исследовались в работах О.В. Бумаженко, В.И. Ливчака, И.П. Нужиной.

Проблемам демографии, прогнозирования численности населения, воспроизводства человеческого капитала посвящены исследования В.А. Борисова, В.А. Воробьева, С.П.Капицы, А.В. Подлазова, М.Я. Сонина. Роль человеческого капитала в обеспечении функционирования экономической подсистемы выявляется в работах В.С. Автономова, В.Н. Марцинкевич, Н.В.Соболевой.

Различные вопросы, касающиеся моделирования экономических процессов, рассмотрены в работах В.В. Лебедева, И.Г. Поспелова.

Тем не менее, вопросы моделирования развития системы ЭЭС под воздействием экологического и демографического факторов остаются недостаточно исследованными и разработанными. Актуальность темы исследования и ее общественная значимость определили цели, задачи и структуру диссертационной работы.

Целью диссертационного исследования является выявление, теоретическое обоснование и определение количественных характеристик роли природного капитала в социально-экономическом развитии общества.

В соответствии с поставленной целью сформулированы и решены следующие задачи:

- исследование содержания категории «природный капитал» и проблем его воспроизводства;
- выявление взаимосвязи воспроизводства населения и воспроизводства природного капитала;
- анализ механизма снижения природоемкости продукции с использованием административных и экономических методов регулирования;
- поиск путей снижения природоемкости продукции (разработка математической модели оптимизации природоемкости продукции);
- теоретическое обоснование взаимосвязи процессов экономического роста и воспроизводства природного капитала.

Объектом исследования является система «Экономика-экология-социум» (ЭЭС).

Предметом исследования являются экономические, эколого-экономические и социально-экономические взаимодействия в системе ЭЭС.

Теоретической и методологической основой диссертационного исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых в области взаимодействия экономики, экологии и общества, воспроизводства природного и человеческого капиталов, снижения природоемкости продукции, моделирования экономических процессов, в частности, экономического роста.

Для проведения исследования применялись общенаучные методы познания – анализ, синтез, логический метод, системный анализ, математический аппарат (дифференциальные уравнения, регрессионный и корреляционный анализ).

Информационную базу исследования составили данные Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат) и г. Томска (Томскстат), нормативные и законодательные акты РФ, публикации в журналах, информационные ресурсы Интернета.

Область исследования соответствует п. 1.1. «Политическая экономия», п.1.3. «Макроэкономическая теория» паспорта специальности ВАК 08.00.01 «Экономическая теория».

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке теоретических положений, позволяющих исследовать важные аспекты функционирования системы ЭЭС с учетом воспроизводства природного капитала.

Наиболее существенные результаты, отражающие научную новизну, заключаются в следующем:

- введено новое понятие обобщенной нормы сбережения, включающей в себя норму сбережения на природный капитал; новое понятие позволяет связать затраты на воспроизводство природного капитала и показатели экономического роста;

- экономические, экологические и социальные показатели объединены автором в одной модели экономического роста, исследовано их взаимное влияние; показано, что увеличение доли ВВП, расходуемой на возобновление природного капитала, должно происходить постепенно, чтобы не поставить под угрозу устойчивость экономической и социальной подсистем

- обосновано, что срок службы произведенной продукции является существенным фактором снижения природоемкости производства; предложенная автором математическая модель позволяет оптимизировать затраты природного капитала на протяжении всего срока эксплуатации продукции.

- «золотое правило потребления» скорректировано с учетом затрат на восстановление природного капитала, получено оптимальное по критерию среднедушевого потребления значение обобщенной нормы сбережения; получены оптимальное значение и оценка нормы сбережения на природный капитал;

- на основе предложенной автором модели показана связь мирового демографического процесса и емкости экологической ниши; выявлены негативные тенденции мирового развития. Предложенная автором модель снимает демографический парадокс, позволяя получить общеизвестное уравнение динамики численности населения на основе экологических предположений. На статистическом материале показано, что современные тенденции мирового демографического процесса дают основание полагать, что в будущем население планеты будет убывать

Достоверность и обоснованность полученных результатов базируется на использовании методов анализа и обработки информации, моделирования

процессов, протекающих в системе ЭЭС; а также на проверке адекватности моделей на статистических данных.

В процессе работы были использованы идеи, сформулированные и получившие развитие в трудах отечественных и зарубежных ученых, посвященных роли природного капитала в жизни общества.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования состоит в возможности применения разработанных моделей в качестве теоретической и методологической базы для дальнейшего исследования проблем воспроизводства природного капитала, а также изучения и оценки его роли в функционировании системы ЭЭС. Разработанные модели могут быть использованы для прогнозирования тенденций развития эколого-экономической составляющей народнохозяйственной системы, то есть для оценки влияния доли инвестиций в воспроизводство природного капитала на ВВП, а также для оптимизации природоемкости продукции как на уровне отдельного предприятия, так и в народном хозяйстве в целом.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационного исследования рассматривались на III междисциплинарной конференции с международным участием «НБИТТ-21» (Петрозаводск, 2004), II международной научно-практической конференции «Проблемы демографии, медицины и здоровья населения России: история и современность» (Пенза, 2006), IX Всероссийском семинаре «Моделирование неравновесных систем-2006» (Красноярск, 2006), V международной научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России» (Пенза, 2007), XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (Москва, 2007), 64-й научно-практической конференции «Рынок: проблемы переходной экономики» (Новосибирск, 2007), региональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы управления и экономики России на современном этапе» (Томск, 2007).

Отдельные результаты исследования использовались в научно-исследовательском проекте РГНФ № 06-02-64202 а/Г («Индивидуальное жилищное строительство в Томской области и его перспективы в свете концепции общественной безопасности»).

Положения диссертационного исследования используются в преподавании учебных курсов «Экономика природопользования», «Концепции современного естествознания», «Математические модели в экономике», «Линейное программирование» и в научно-исследовательской работе.

Публикации. Основные результаты диссертационного исследования отражены в 16 публикациях общим объемом 5 п.л., в том числе в 3 публикациях объемом 1,5 п.л. в изданиях перечня ВАК.

Структура работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников и литературы. Объем диссертационной работы составляет 158 страниц, в том числе 32 таблицы, 31 рисунок. Список использованных источников и литературы содержит 122 наименования.

Во введении обоснована актуальность темы, оценена степень ее разрабо-

танности, сформулированы цель и задачи работы, определены предмет и объект исследования, его теоретическая и методологическая основа, информационная база, научная новизна и практическая значимость полученных результатов, их достоверность и обоснованность, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе «Роль природного капитала в социально-экономическом развитии общества» проанализировано понятие «природный капитал», введено новое понятие обобщенной нормы сбережения, включающей в себя затраты на воспроизводство природного капитала, приведены экологические и социально-экономические предпосылки перехода от техногенного развития к эколого-ориентированному развитию, раскрыта суть эколого-ориентированного подхода к исследованию развития системы ЭЭС, в значительной мере опирающегося на концепцию устойчивого развития, проанализированы критерии устойчивого развития и подходы к выбору его индикаторов. Рассмотрена система ЭЭС, определены входящие в нее подсистемы, связи между ними и роль человека в каждой из них, показана роль моделирования в анализе состояния системы.

Во второй главе «Природоемкость общественного продукта и механизм ее снижения» рассмотрена важнейшая составляющая эколого-ориентированного развития экономики – природоемкость продукции, изучены возможности снижения природоемкости продукции на примере частного показателя – энергоемкости, дан анализ механизма воздействия на природоемкость продукции с использованием административных и экономических рычагов регулирования, предложена математическая модель оптимизации природоемкости, отличающаяся от известных моделей учетом долговечности продукции.

В третьей главе «Демографический фактор экономического развития в свете экологических ограничений» показано, что важнейшей характеристикой устойчивости системы ЭЭС являются демографические показатели. Предложена динамическая модель развития мирового демографического процесса, позволяющая выявить негативные тенденции, ведущие к экологическому кризису и депопуляции населения планеты, которые рано или поздно коснутся каждой страны. На основе предложенной модели дан прогноз численности населения мира. Рассмотрена демографическая ситуация в России в связи с общемировыми тенденциями.

В четвертой главе «Воспроизводство природного капитала и экономический рост» автором разработана модель экономического роста с учетом воспроизводства природного капитала, показана возможность применения этой модели для прогнозирования тенденций экономического развития, проведен анализ основных показателей, характеризующих экономику и природоохранную деятельность в России, рассмотрены сценарии развития российской экономики.

В заключении обобщены основные научные результаты выполненного исследования, сформулированы основные выводы

II. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Обосновано, что природный капитал является важнейшим фактором развития системы ЭЭС, определяющим успешное функционирование всех ее подсистем.

Устойчивое развитие системы ЭЭС предполагает гармонизацию связей между экономической, экологической и социальной подсистемами. Показатель природоемкости характеризует связи между экономической и экологической подсистемами, а демографическая ситуация служит характеристикой социально-экономических связей. Проведенный анализ связей между подсистемами ЭЭС позволяет судить о функционировании системы ЭЭС в целом, а значит, дает необходимую базу для более детального изучения одной из подсистем – экономической – учитывая ее взаимосвязи с другими подсистемами ЭЭС.

Одной из основных проблем техногенного развития экономики является недооценка природного капитала. Природный капитал – это совокупность природных компонентов и явлений, которые используются или могут использоваться в производстве товаров и услуг, а также оказывают экосистемные и «духовные» услуги. Природный капитал является, на наш взгляд, не менее важным фактором производства, чем произведенный капитал и личные ресурсы (труд). Как показано автором, занижение затрат природного капитала при анализе экономических показателей приводит к неадекватной оценке экономической ситуации и неверным выводам о качестве и эффективности эколого-экономических связей в системе ЭЭС.

Человеческий капитал – это имеющийся у человека запас здоровья, знаний, навыков, способностей, мотиваций, которые используются в народном хозяйстве. В настоящее время во многих развитых странах наблюдается тенденция к снижению численности населения, что может привести к убыванию человеческого капитала. В Российской Федерации также наблюдается убывание населения.

Значительная роль природного капитала в системе факторов производства определяет актуальность исследования проблем его воспроизводства.

2. Разработана модель, позволяющая оптимизировать природоемкость продукции с учетом срока ее службы.

Природоемкость продукции – это показатель, характеризующий величину нагрузки на природу, создаваемую в процессе производства этой продукции. Под нагрузкой на природу понимается изъятие природных ресурсов и загрязнение. Частные показатели природоемкости (т.е. показатели ресурсоемкости) характеризуют затраты отдельных видов природных ресурсов в процессе производства.

Разработана математическая модель оптимизации природоемкости с учетом долговечности производимой продукции. Долговечность продукции оказы-

вадет значительное влияние на устойчивость системы ЭЭС. Это влияние проявляется в двух аспектах:

1. Производство более долговечной продукции приводит к экономии природного сырья в долгосрочном периоде, что сказывается на состоянии экологической и экономической подсистем.

2. Долговечность продукции в значительной мере характеризует ее качество. Качество продукции, в свою очередь, определяет качество жизни граждан. Соответственно, долговечность продукции имеет большое значение и для социальной подсистемы.

Предложенная автором модель позволяет оптимизировать природоемкость производства с учетом срока эксплуатации произведенной продукции (долговечности) и расходов на эксплуатацию. Особенность предлагаемой модели заключается в том, что в задаче об оптимальном выборе ресурсов целевая функция Z представляет собой стоимость материальных ресурсов, использованных на единицу продукции в единицу времени. Оптимальный набор ресурсов, минимизирующий целевую функцию Z определяется при ограничениях, обусловленных технологическими нормами потребления ресурсов в конкретном производстве или проекте. Если величину Z умножить на срок эксплуатации продукции T , то мы получим природоемкость продукции в стоимостном выражении. Другими словами, при фиксированном наборе ресурсов величина $Z \cdot T$ представляет собой природоемкость с учетом долговечности продукции и расходов на эксплуатацию.

Возможность применения модели продемонстрирована на примерах. Предложенная модель может быть применена к любой области производственной деятельности и дает возможность планировать природоемкость на уровне проектирования и производства продукции.

3. Обоснована неразрывная взаимосвязь демографического процесса и эколого-экономического развития.

В настоящее время широко известен закон гиперболического роста населения с обострением в 2016 году (± 9 лет). Это обострение известно как демографический взрыв. В работах С.П. Капицы приводится дифференциальное уравнение сверхэкспоненциального роста численности людей

$$\frac{dN}{dt} = \frac{N^2}{C}$$

Его решение – многократно подтвержденная эмпирическая зависимость:

$$N = \frac{C}{T_0 - T}$$

где: T лет – дата, а $T_0 = 2016 \pm 9$ лет – момент обострения, C – константа, обозначающая характеристическое время совокупной жизнедеятельности человечества. Ее значение - $(180 \pm 20) \times 10^9$ человеколет. Демографический парадокс за-

ключается в том, что, согласно приведенному уравнению, число потомков зависит от квадрата числа особей, что физиологически невозможно.

Автором предложена математическая модель динамики экологической ниши, которая опирается на законы экологии и подтверждается статистическими данными. Экологическая ниша – это комплекс природных условий, технологий, знаний, навыков и умений, обеспечивающих жизнедеятельность человека. Ёмкость экологической ниши – это показатель, позволяющий количественно измерить экологическую нишу.

Основные предположения модели:

1. Всякий биологический вид, в том числе и человек, в стационарном состоянии полностью занимает свою экологическую нишу и не увеличивает численность.

2. Ёмкость экологической ниши P можно измерить числом особей N , которые на ней могут прожить. Согласно предположению $1 N = P$.

3. Переход вида в стационарное состояние происходит за период времени $t_{пер}$, много меньший длительности существования вида $t_{вида}$: $t_{пер} \ll t_{вида}$. Таким образом, отклонениями N от P на промежутках времени $t \gg t_{пер}$ можно пренебречь.

4. В отличие от животного человек в процессе трудовой деятельности преобразует и расширяет свою экологическую нишу, создаёт искусственную среду обитания. Все составляющие этой искусственно создаваемой среды (культура, религия, технология, знания, общественная формация, экономика, медицина и т.д.) сливаются в целостном понятии «ёмкость экологической ниши».

5. В результате деятельности одного хозяйствующего субъекта ёмкость экологической ниши растёт в зависимости от времени t по экспоненте согласно дифференциальному уравнению

$$\frac{dP}{dt} = \frac{P}{C}$$

Решение этого уравнения имеет вид

$$P = P_0 e^{t/C}$$

где P_0 – начальная ёмкость ниши в момент t_0 .

Величина P содержит в свёрнутом виде информацию об окружающей среде и об алгоритмах поведения в ней.

6. Так как численность населения мира равна N , то совокупная деятельность людей даёт совокупный прирост ёмкости экологической ниши, пропорциональный N :

$$\frac{dP}{dt} = \frac{N \cdot P}{C}$$

Согласно п.п. 2 и 3, можно положить $P = N$ и получить уравнение, предложенное в работах С.П. Капицы, и его решение. Таким образом, показано, что модель гиперболического роста населения описывает не демографический процесс, а динамику экологической ниши человечества. Уравнения справедливы до тех пор, пока ёмкость экологической ниши отстаёт от потенциальной биологической численности людей. На рисунке 1 показано влияние экологических ог-

раничений на численность населения. Две верхние кривые – естественный рост населения при разных предположениях об относительном приросте населения и без ограничений. Эти кривые показывают силу экологического давления на популяцию людей. Нижняя кривая построена по демографическим данным.

На рисунке 1 видно, что между 1955-м и 1975-м годами произошло событие, которое в рамках демографического подхода осмысливается как демографический переход – снижение темпа прироста населения при повышении уровня жизни. В рамках экологического подхода, когда рост населения связан с экологией и ограничен ёмкостью ниши, переход – это явление, сопутствующее новому соотношению ёмкости экологической ниши и численности человечества.

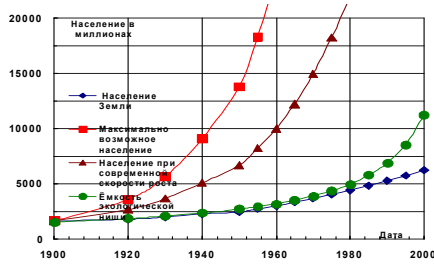


Рис. 1. - Сравнение населения Земли с экологической нишей человечества

До 1975 года естественный прирост населения Земли обгонял прирост ёмкости экологической ниши. Излишки населения не могли прокормиться и были обречены на вымирание. Это явление можно назвать экологическим барьером. Расчеты показывают, что с 1985 года население Земли растёт медленнее, чем ёмкость экологической ниши, причем с 2000 года даже максимально возможный прирост населения не обеспечивает полного заполнения экологической ниши человечества. Такое состояние, когда экологический барьер недостижим, уместно назвать *экологической паузой человечества (экопаузой)*.

Динамика ёмкости экологической ниши в эпоху паузы задается уравнением

$$dP/dt = PN_{II} C^{-1} \exp\{t/\tau_e\}$$

где: $t = (T - T_{II})$, T_{II} – дата прекращения действия экологического барьера и начала экологической паузы, N_{II} – численность населения и ёмкость экологической ниши человечества в этот момент.

На рисунке 2 представлена динамика относительного прироста населения Земли по моделям (три верхние кривые) и демографическим данным (нижняя кривая).

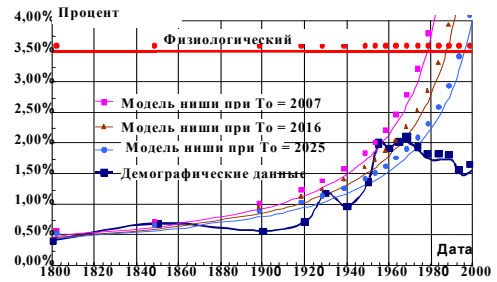


Рис. 2 - Относительный прирост населения Земли по моделям и демографическим данным

На рисунке 3 дан прогноз численности населения Земли, полученный на основании линейного тренда относительного прироста, начиная с 1960 г. и предложенной модели.

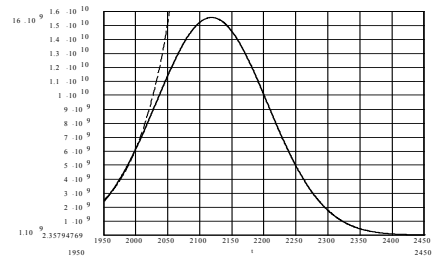


Рис. 3 - Экспоненциальный (штриховая линия) и затухающий (сплошная линия) рост населения в эпоху паузы.

В эпоху состояния человечества характеризуется двумя величинами: ёмкостью экологической ниши P и численностью населения N . Общее благосостояние населения мира характеризуется индексом экологического избытка $s = P/N$. В экологической паузе технология достигла такого уровня, что можно обеспечить жизнь значительно большего людей, чем их действительно живет на Земле. Вместе с тем в экологической паузе систематически снижается прирост населения Земли. Этот процесс (демографический переход) начавшийся в XX веке с развитых стран и захватывает все остальные народы по мере нарастания экологической избыточности. Таким образом, рост ёмкости экологической ниши приводит к обратному эффекту – угрозе вымирания. Кроме того, природные ресурсы Земли не могут обеспечить такую экологическую нишу.

Таким образом, использование понятия «экологическая ниша» позволяет рассматривать эколого-экономические и демографические процессы, происходящие в системе ЭЭС, в их неразрывной связи.

4. Разработаны сценарии развития демографического процесса в Сибирском федеральном округе и Томской области.

В настоящее время в Российской Федерации наблюдается убыль населения наряду с его старением. В работе показано, что демографические показатели в Томской области и Сибирском федеральном округе (СФО) не отличаются от общероссийских и по их уровню можно судить об общем состоянии.

На основе статистических данных выполнено прогнозирование численности населения Сибирского Федерального округа и Томской области и разработаны сценарии воспроизводства человеческого капитала на этих территориях, проведено исследование факторов рождаемости.

Были рассмотрены следующие сценарии изменения режима воспроизводства населения:

1. Уменьшение уровня рождаемости на 30% по сравнению с 2003 г..
2. Увеличение уровня рождаемости на 30% по сравнению с 2003 г..
3. Увеличение уровня рождаемости на 30%, уменьшение уровня смертности на 20% по сравнению с 2003 г..
4. Уменьшение уровня рождаемости на 30%, уменьшение уровня смертности на 20% по сравнению с 2003 г..

На рисунке 4 приведены результаты моделирования демографической ситуации в Томской области при различных предположениях о рождаемости и смертности.

На рисунке видно, что после 2015 г. численность населения Томской области будет убывать даже в случае реализации самого оптимистического сценария (увеличение уровня рождаемости на 30% и при этом снижение уровня смертности на 20%).

рия (увеличение уровня рождаемости на 30% и при этом снижение уровня смертности на 20%).

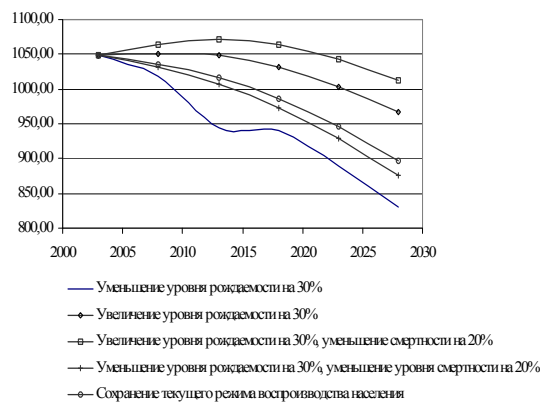


Рис. 4. - Прогноз численности населения Томской области при различных уровнях рождаемости и смертности

5. Предложена модификация модели Солоу, включающая воспроизводство природного капитала, что позволяет рассматривать экономические, экологические и социальные показатели во взаимосвязи.

Предлагаемая автором модель экономического роста является модификацией модели Солоу. Особенностью предлагаемой модели является учет необходимости возобновления природных ресурсов (природного капитала). Очевидно, что уменьшение природного капитала определяется, прежде всего, объемом добычи полезных ископаемых, а также величиной ущерба, наносимого окружающей природной среде промышленным производством. В частности, развитие добывающих отраслей влечет за собой рост основных фондов добывающей промышленности и увеличение нагрузки на окружающую среду. Эти соображения позволяют рассмотреть в качестве одного из факторов производства основные фонды добывающей промышленности в динамике и во взаимосвязи с дру-

гими факторами. Функционирование экономической подсистемы схематично изображено на рисунке 5.

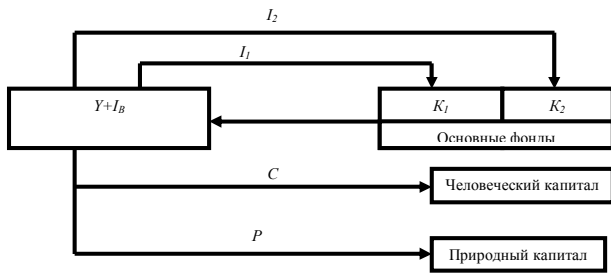


Рис. 5. – Схема функционирования экономической подсистемы

Пусть Y – валовый внутренний продукт, I_B – внешние инвестиции. Объем денежных средств, распределяемых в системе, равен $Y+I_B$.

Все показатели, входящие в модель, рассматриваются как функции времени, если не оговорено противное. Для простоты обозначений будем считать $Y = Y(t)$, $K = K(t)$ и т.п.

Предположим:

1. Объем внешних инвестиций незначителен (I_B можно положить равным нулю).

$$2. Y = C + I + P,$$

где C – потребление и инвестиции в человеческий капитал (средства, расходуемые на здравоохранение и образование),

I – инвестиции в основной капитал, которые складываются из инвестиций в основные фонды добывающей промышленности I_2 и все остальные основные фонды I_1 , т.е. $I = I_1 + I_2$. Кроме того, $I = (s_1 + s_2)Y$, $I_1 = s_1 Y_1$, $I_2 = s_2 Y_2$, где Y_2 , Y_1 – валовый внутренний продукт добывающей промышленности и всей остальной, соответственно, и $s = s_1 + s_2$ – норма сбережения.

P – инвестиции в природоохранные мероприятия. $P = s_3 Y$, здесь s_3 – норма сбережения на природный капитал, тогда $s_0 = s_1 + s_2 + s_3$ – обобщенная норма сбережения, и $C = (1 - s_0) \cdot Y$.

3. Уравнения динамики основных фондов и формула для определения численности занятых идентичны модели Солоу. Прирост основного капитала прямо пропорционален инвестициям в основной капитал с вычетом расходов на амортизацию.

Численность занятых в момент времени t экспоненциально зависит от темпа прироста числа занятых.

4. Природный капитал может увеличиваться в результате инвестиций и уменьшаться в результате износа. Причиной износа природного капитала является ущерб, наносимый окружающей природной среде промышленным производством. Пусть u – ущерб, наносимый окружающей среде в результате производства условной единицы продукции. Тогда динамика изменения природного капитала задается уравнением

$$\frac{dK_n}{dt} = -Y_2 - uY + eP, \quad K_n(0) = K_{n,0}$$

где e – эффективность, использования инвестиций.

Функция Y представляет собой производственную функцию вида

$$Y = f(K, L, Pr),$$

зависящую от факторов K, L, Pr , где K – основные фонды, L – число занятых, Pr – совокупность факторов, которая может меняться в зависимости от целей исследования и экономической ситуации в каждом конкретном случае.

Для того чтобы все показатели можно было рассматривать во взаимосвязи, производственная функция Y представляется в виде функции Кобба-Дугласа, и анализ модели сводится к анализу аналитического решения дифференциального уравнения. Если рассматривать основные фонды в целом, не выделяя добывающую промышленность, то и при $P > 0$ схема анализа останется такой же, как в модели Солоу, меняется лишь доля ВВП, расходуемая на потребление. Представим Y в виде

$$Y = Y_0 \cdot (K / K_0)^\alpha \cdot (L / L_0)^{1-\alpha}$$

Тогда среднедушевое потребление при сбалансированном росте в нашей модели

$$C/L = (1 - s_0) \cdot Y/L.$$

Отличие от модели Солоу заключается в том, что в этом равенстве используется обобщенная норма сбережения.

Среднедушевое потребление, достигает максимума при

$$s_0 = \alpha + s_3(1 - \alpha)$$

Таким образом, мы получили оптимальное по критерию среднедушевого потребления значение обобщенной нормы сбережения. Если норма затрат на природный капитал $s_3 = 0$, то $s_0 = s$, и $s = \alpha$ в соответствии с «золотым правилом» экономического роста. Используя соотношение $s = s_0 - s_3$, получаем, что оптимальные по критерию среднедушевого потребления нормы затрат на основные фонды и природный капитал будут равны $s = \alpha(1 - s_3)$ и $s_3 = (1 - s/\alpha)$, соответственно.

Из уравнения динамики природного капитала следует, что в состоянии равновесия инвестиции в природный капитал должны быть равны сумме ВВП добывающей промышленности и ущерба от производственной деятельности, а

для достижения положительного прироста K_n требуется выполнение неравенства

$$s_3 \geq (d + u) / e,$$

где d – доля добывающей промышленности в ВВП, величину u можно рассматривать как долю ВВП, которую нужно потратить на полную ликвидацию ущерба.

Таким образом, получена оценка нормы сбережения на природный капитал. Вопрос, насколько эта оценка реально применима для современной экономики, выходит за рамки данной работы. Очевидно, что чем выше объем производства, в том числе и добывающей промышленности, тем больший объем инвестиций в природный капитал требуется для достижения состояния равновесия. Во всяком случае, для России, где среднее значение $d=0,29$ (за 2002-2005 годы), даже не принимая во внимание величину экологического ущерба, достижение состояния равновесия откладывается на далекое будущее.

6. Исследована адекватность предложенной модели и возможность дополнения ее другими факторами.

По статистическим данным для Российской Федерации были построены различные производственные функции, которые были использованы для разработки сценариев российской экономики. Включение в рассмотрение природного капитала моделировалось в работе уменьшением доли ВВП, расходуемой на основные фонды, что в свою очередь сказывается на величине ВВП. Этот эффект не проявляется при рассмотрении данных, близких к реальным (не более 0,3 %). Увеличение расходов на возобновление природного капитала до 8% ВВП не приводит к уменьшению величины ВВП. Если доля расходов на природный капитал в ВВП увеличивается до 9-18%, то ВВП снижается, но уже через год достигает прежнего уровня. В случае резкого увеличения расходов на природный капитал (например, до 30% ВВП), ВВП выходит на прежний уровень лишь через 4 года. Таким образом, увеличение доли ВВП, расходуемой на возобновление природного капитала, должно происходить постепенно, чтобы не поставить под угрозу устойчивость экономической и социальной подсистем.

Кроме того, были рассмотрены сценарии с убылью числа занятых в экономике. Если темп прироста числа отрицательных занятых и составляет $-0,4\%$ в год (температура прироста населения России в настоящее время), то по результатам моделирования не происходит снижения ВВП и ОФ в течение 35 лет при начальных условиях 2003 года. Если темп прироста резко снижается до -4% в год в течение 15 лет ВВП и основные фонды продолжают расти, а затем начинается деградация. Рассмотренные производственные функции и начальные условия позволяют исследовать возможные тенденции экономического развития.

III. ПУБЛИКАЦИИ, В КОТОРЫХ ОТРАЖЕНЫ ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Воробьева Т.В. Об оценке нормы сбережения на природный капитал / Т.В. Воробьева // Интеграл. Научно-практический журнал. - №2. - 2007. - С. 52-53. - (0,35 п.л.)
2. Воробьева Т.В. Модель устойчивого экономического роста / Т.В. Воробьева // Проблемы управления. - № 3.- 2007. - С 14-17. - (0,7 п.л.)
3. Воробьева Т.В. Об оптимизации природоёмкости продукции с учетом долговечности // Вестник Томского государственного университета. - № 310. - 2008. - С. 119-122. - (0,55 п.л.)

Статьи в научных изданиях:

4. Воробьева Т.В. Экологический императив и демографический процесс / В.А. Воробьев, Т.В. Воробьева // Вестник Поморского университета. Научный журнал. Естественные и точные науки. - №1 (3). - 2003. - С. 122-131. - (0,7/0,2 п.л.)
5. Воробьева Т.В. О математической модели демографического взрыва / В.А. Воробьев, Т.В. Воробьева // Материалы V Всероссийского семинара "Моделирование неравновесных систем - 2002" . - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2002. - С.36-37. - (0,15/0,07 п.л.)
6. Воробьева Т.В. Современные методы моделирования принятия управленческих решений / Т.В. Воробьева // IV Всероссийская научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Энергия молодых - экономике России". - Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - С. 23. - (0,08 п.л.)
7. Воробьева Т.В. Демографический парадокс, экология и религия / В.А. Воробьев, Т.В. Воробьева // Свеча – 2003: Наука и Религия. /Сборник научных и методических работ по религиоведению и культурологии. под ред. Е.И. Аринина/. – Архангельск: Поморский государственный университет им. М.В. Ломоносова.- 2003. - С.52-75. - (1,8/0,5 п.л.)
8. Воробьева Т.В. Динамика ёмкости экологической ниши Человечества / В.А. Воробьев, Т.В. Воробьева // Материалы третьей междисциплинарной конференции с международным участием («НБИТТ-21») - Петрозаводск, 2004. - С. 44. - (0,08/0,04 п.л.)
9. Воробьева Т.В. О динамике численности населения Сибирского федерального округа / Т.В. Воробьева // В кн.: Проблемы демографии, медицины и здоровья населения России: история и современность. Материалы 2-й международной научно-практической конференции. – Пенза, 2006, с.59-61. - (0,25 п.л.)

10. Воробьева Т.В. О перспективах воспроизводства трудовых ресурсов в Сибирском федеральном округе / Т.В. Воробьева // Современные аспекты экономики. - № 3. - 2006. - С.17-25. - (0,7 п.л.)

11. Воробьева Т.В. Экологическая пауза -системный кризис человечества / В.А. Воробьев, Т.В. Воробьева // В кн.: Исследования в области глобального катастрофизма / Под ред. В.К. Журавлёва; Автономная научно-исследовательская группа "Прогноз". - Новосибирск. - 2006. - Вып.1. - С. 69 – 109. - (3,0/1,0 п.л.)

12. Воробьева Т.В. Об оптимизации природоемкости строительной продукции / Т.В. Воробьева, Н.В. Лаходынова, И.П. Нужина // Материалы IX Всероссийского семинара "Моделирование неравновесных систем - 2006". - Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006, - С.147-148. - (0,15/0,05 п.л.)

13. Воробьева Т.В. О динамике численности населения Сибирского федерального округа / Т.В. Воробьева, Н.В. Лаходынова, Б.М. Шумилов, Е.Б. Шумилова, Э.А. Эшаров // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. - 2006. - № 2. - С. 50-57. - (0,6/0,3 п.л.)

14. Воробьева Т.В. Модель устойчивого экономического роста с учетом природного капитала / Т.В. Воробьева // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. Материалы 5-й международной научно-практической конференции. - Пенза, 2007. - С.50-53. - (0,3 п.л.)

15. Воробьева Т.В. О норме сбережения на природный капитал / Т.В. Воробьева // Материалы XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов».- Москва: МГУ, 2007. - С.370. - (0,08 п.л.)

16. Воробьева Т.В. Модель Солоу с учетом природного капитала / Т.В. Воробьева // Рынок: проблемы переходной экономики. Тезисы докладов IV Всероссийской конференции преподавателей и научных работников технических вузов, посвященной 50-летию кафедры общей экономической теории НГАСУ (Сибстрин). - Новосибирск, 2007. - С. 6. - (0,1 п.л.)