



Munich Personal RePEc Archive

## **Development of system dynamics model for the energy sector in Latvia**

Skribans, Valerijs

Riga Technical University

2011

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/39251/>  
MPRA Paper No. 39251, posted 06 Jun 2012 08:48 UTC

# РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СЕКТОРА В ЛАТВИИ

**Скрибан В. Ф.**

Рижский технический университет  
Латвия

**Аннотация.** Одна из важных проблем в Латвийской экономике связана с энергетическим сектором. Представленная модель состоит из блоков ресурсов, производства и потребления. Отдельное место предоставлено производству электричества ГЭС и чистому импорту электричества. Блок ресурсов формируют подмодели первичных энергоносителей: нефтепродукты, твердое топливо, древесина и газ. Первичные энергоносители используют для производства других форм энергии, это отражено в производственном блоке. Блок потребления формируют подмодели транспорта, сельского хозяйства, домашних хозяйств и другие подмодели (промышленности и сферы услуг). Модель предназначена для оценки потребления энергии по отдельными группами, как исходя из видов ресурсов, так и по группами потребителей; а так же для оценки влияния энерго сектора на окружающую среду.

**1. Введение.** Одна из наиболее актуальных проблем в латвийской экономике связанна с энергетическим сектором. Проблемы энергетического сектора актуальны во всем мире. Увеличение потребления энергии вызывает трудности производства дополнительной энергии и проблемы загрязнения окружающей среды. Истощаются запасы первичных не возобновляемых энергоресурсов. Поэтому данные проблемы являются актуальными во всех странах, но каждая страна имеет свою специфику производства и потребления энергии. В Латвии, по сравнению с другими странами ЕС, большой удельный вес гидроресурсов в производстве энергии. Сравнивая потребление энергии, наиболее характерной чертой является низкая эффективность потребления тепловой энергии, что вызвано плохой термоизоляцией зданий в Латвии.

Проблемы энергетического сектора необходимо решать всесторонне,- как в производстве энергии, так и в её потреблении. Для этого необходимо разработать общую модель энергетического сектора, которая даст возможность оценить не только темпы роста потребления энергии и факторы, влияющие на непосредственно, но и обратные связи, вызванные ростом эффективности потребления. Для прогнозирования энергетического сектора в Латвии, чаще всего, используют методы временных рядов. К сожалению, эти методы учитывают только исторические тенденции, которые могут меняться в будущем. Данные методы подходят только для краткосрочного прогноза. Регрессионный подход дает лучший результат и прогнозирует более длительный период. Регрессионный анализ формирует прогнозы на основе реально влияющих факторов с использованием статистически найденных взаимоотношений. Со временем или с изменениями во внешней среде, эти отношения могут измениться, что не отражают регрессионные методы. Модель, приведенная в статье, была разработана с использованием метода системной динамики. Этот метод был выбран потому, что позволяет оценивать множественные причинно - следственные связи и действует независимо от обстоятельств, а в зависимости от внешних условий по первоначальному алгоритму корректирует поведение всей системы.

Принимая во внимание актуальность проблемы и выбранный метод, целью исследования является разработка модели системной динамики для энергетического сектора в Латвии. Для достижения цели выдвинуты следующие задачи:

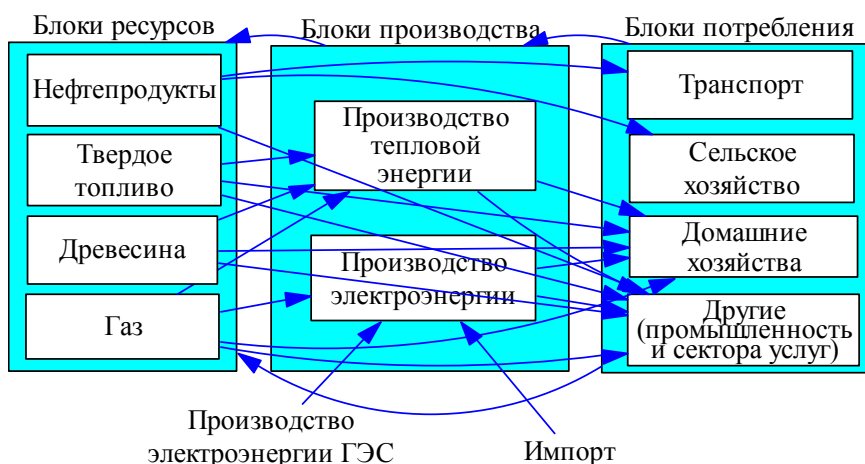
- показать элементы модели, обосновать допущения и включенные в модель экономические связи;

- показать деятельность модели в контексте народного хозяйства.

Факторы, рассмотренные в статье, ограничиваются латвийской экономикой. Все другие глобальные факторы - такие как цены на энергоносители, изменение климата, средняя температура - не рассматриваются.

Данная статья была разработана в сотрудничестве с БО "Стратегическое Партнерство Развития Строительства" (СПРС). По заказу СПРС, была разработана модель системной динамики для строительной отрасли, было оценено влияние программы повышения энергоэффективности зданий на экономику Латвии. Используя материалы коммерческого проекта, опыт работы, была разработана модель системной динамики энергетического сектора в Латвии. Модель позволяет оценить эффекты внедрения государственной программы по повышению энергоэффективности, прогнозировать развитие энергетического сектора в Латвии и его влияние на национальную экономику.

**2. Общая схема модели системной динамики энергетического сектора в Латвии.** Модель латвийского энергетического сектора состоит из различных подмоделей (блоков). Общая схема модели и взаимоотношения подмоделей показаны на рис. 1.



**Рис. 1** Общая схема модели системной динамики энергетического сектора в Латвии

Как видно из рис. 1, взаимоотношения в энергетическом секторе весьма разнообразны. Подмодели сгруппированы в три группы: ресурсов, производства и потребления. Отдельное место занимают производство электроэнергии гидроэлектростанциями (ГЭС) и нетто-импорт электроэнергии. Блок ресурсов состоит из подмоделей первичных энергоресурсов: нефтепродуктов, твердого топлива, древесины и газа. Первичные энергоресурсы используются для производства других видов энергии, т.е. производства тепла и/или электроэнергии, это показано в блоках производства. Как первичные энергоресурсы, так и производная энергия (и импортируемая и вырабатываемая ГЭС электроэнергия), переходит к конечным потребителям, которые формируют блоки потребления. Они состоят из транспорта, сельского хозяйства, домашних хозяйств и других блоков (промышленности и секторов услуг).

Распределение вышеупомянутых блоков основано на специфике энергетического сектора Латвии, которое показано в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

**Потребление первичной энергии и ее источники в Латвии, тыс. тое [3]**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Нефтепродукты	1174	1241	1169	1294	1358	1382	1479	1622	1508	1275
Газ	1092	1270	1291	1347	1332	1358	1407	1360	1334	1226
Древесина	1191	1296	1259	1325	1459	1481	1434	1413	н/д	н/д
Нетто-импорт электроэнергии	154	162	202	226	180	185	216	258	217	148
Производство электроэнергии ГЭС	239	243	210	193	262	282	229	232	269	294
Твердое топливо	135	124	100	89	68	82	87	106	99	85
Производство электроэнергии в ветровых турбинах	0,3	0,3	0,9	4,1	4,2	4,0	3,9	4,5	н/д	н/д
<b>Всего</b>	<b>3986</b>	<b>4336</b>	<b>4232</b>	<b>4478</b>	<b>4663</b>	<b>4774</b>	<b>4856</b>	<b>4996</b>	<b>н/д</b>	<b>н/д</b>

\* н/д – нет данных.

В таблице 1 обобщено потребление первичной энергии и ее источники в Латвии. Видно, что самый высокий удельный вес в потреблении ресурсов имеют нефтепродукты, газ и древесина. Вместе они составляют до 88% от всего потребления энергии в Латвии. Производство электроэнергии ГЭС и импорт электроэнергии вместе составляют около 10%. Потребление твердого топлива является статистически незначительным, но у этого вида топлива значительная роль в загрязнении окружающей среды, выбросов CO<sub>2</sub>. Соответственно, и для этого вида топлива была разработана отдельная подмодель. В Латвии удельный вес производства электроэнергии в ветровых турбинах настолько мал, что нецелесообразно разрабатывать отдельную подмодель для данного вида производства энергии. Конечное потребление энергии в Латвии показано в таблице 2.

Таблица 2

**Конечное потребление энергии в Латвии, тыс. тое [3]**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Домохозяйства	1 327	1 443	1 431	1 520	1 493	1 514	1 492	1 470
Транспорт	747	874	899	959	1 012	1 066	1 179	1 333
Промышленность	572	610	621	628	669	705	741	724
Услуги	463	489	530	559	589	588	630	679
Сельское хозяйство	129	135	128	146	155	152	154	155
Другие	2	3	4	2	3	5	4	3
<b>Всего</b>	<b>3 240</b>	<b>3 554</b>	<b>3 613</b>	<b>3 814</b>	<b>3 921</b>	<b>4 030</b>	<b>4 200</b>	<b>4 364</b>

Таблица 2 показывает, что в Латвии основными конечными потребителями энергии являются домашние хозяйства и транспорт. На половину от них отстают промышленность и сектора услуг. Промышленность и сектора услуг объединены в одну подмодель, т.к. их энергопотребление зависит от одного фактора - экономического роста. Кроме того, как для промышленности, так и для сферы услуг, функциональное содержание отраслей схоже. Статистически незначительное потребление энергии формирует сельское хозяйство и другие отрасли. Учитывая важность сельскохозяйственного сектора в экономике Латвии, для него разработана отдельная подмодель, которая по содержанию существенно отличается от других подмоделей потребления.

В таблицах 1 и 2 рассмотрено распределение энергопотребления по видам энергии и потребителям. Очевидно, что расход ресурсов больше, чем потребление. Это понятно потому, что часть энергии технологически теряется в процессе распределения,

а также в процессе преобразования в другую форму энергии. Для оценки энергетических потерь не требуется отдельная подмодель, так как потери энергии являются технологической частью распределения и трансформации энергии. Соответственно, потери энергии можно рассматривать вместе с производственным процессом. Процесс производства в модели разделен на два подблока: производство тепла и производство электроэнергии.

Раньше были рассмотрены все блоки формирующие модель. На рис. 1 видно, что некоторые блоки связаны между собой, а некоторые нет. Взаимосвязи в модели определены исходя из логических связей и статистики энергетики в Латвии. Логические взаимосвязи также вызывают обратные связи. То есть, из конечного потребления энергии (и из технологических потерь и ограничений) можно рассчитать, то количество энергии, которое необходимо произвести. Исходя из конечного потребления энергии и энергии, необходимой для преобразования, можно рассчитать общую потребность в энергоресурсах. Статистика использования энергоресурсов приведена в таблице 3.

Таблица 3

**Использование энергоресурсов в Латвии, в 2007 г., %\***

	Преобразование	Домо-хозяйства	Транспорт	Промышленность	Услуги	Сельское хозяйство	Сумма
Нефтепродукты	2	2	81	6	3	7	100
Природный газ	61	8	0,1	21	9	1	100
Электричество	0	27	2	28	41	2	100
Твердое топливо	11	18	0	48	22	1	100
Древесина	14	63	0,2	10	11	1	100
Тепловая энергия	0	74	0	2	24	0	100

\* Расчёты автора по данным Eurostat.

Понятно, что не все из первичных энергоресурсов потребляются каждым потребителем. Так же, не каждый вид энергоресурсов используется в процессе трансформации. Таблица 3 показывает, что в Латвии для преобразования энергии наиболее применим природный газ (61% от общего объема потребления газа). Так же в преобразовании энергии незначительно используются твердое топливо и древесина. Важно отметить, что твердое топливо и древесина используются главным образом для производства тепловой энергии, а природный газ используется для выработки электроэнергии. Удельный вес нефти и нефтепродуктов в преобразовании энергии составляет всего 2%. Эта величина близка к статистической погрешности, поэтому для нее можно не разрабатывать отдельную подмодель.

Наибольший удельный вес потребления нефти и нефтепродуктов наблюдается в транспорте (81%). Существенно от него отстают промышленность и сельское хозяйство, соответственно 6% и 7%. Потребление нефтепродуктов в других областях незначительно и близко к статистической погрешности. Исходя из метода ABC, целесообразно создать подмодели потребления нефтепродуктов только для трех основных групп. Но основываясь на принципах системной динамики, целесообразно создавать подмодели только в том случае, если группы потребления отличаются друг от друга, что характерно для группы нефтепродуктов. Потребление нефтепродуктов в транспортном секторе связано с количеством транспортных средств и интенсивностью их использования; в промышленности связано с уровнем развития промышленности; в сельском хозяйстве – с размером обрабатываемых площадей и типов работ. Более подробный анализ этих факторов будет представлен позже. Важно отметить, что приведенное выше распределение энергии может быть использовано не только для

прогнозирования потребления ресурсов, а также для оценки загрязнения окружающей среды. Так, например, рост потребления нефтепродуктов в транспортной отрасли приведет к почти прямому росту выбросов CO<sub>2</sub>, а рост потребления нефти в промышленности мало повлияет на выбросы CO<sub>2</sub> (так как модель предполагает, что нефть перерабатывается в другие химические вещества и продукты без значительных выбросов CO<sub>2</sub>).

Как упоминалось выше, крупнейшее потребление природного газа связано с переработкой в другие виды энергии. Газ так же используется в промышленности (химическая и фармацевтическая), в сфере услуг и для бытовых нужд. Эти же четыре потребителя используют твердое топливо и древесину. В транспортной отрасли и сельском хозяйстве эти виды ресурсов не используются. Учитывая статистическую незначительность отдельных данных, автор просто отбрасывает их, но даже такой грубый подход существенно повышает качество прогнозирования латвийского энергетического сектора.

Потребление электроэнергии в Латвии в основном связано с секторами услуг, промышленности и домашними хозяйствами. Тепло потребляют только домашние хозяйства и сектор услуг.

**3. Подмодели энергоносителей.** Как упоминалось выше, группа энергоресурсов состоит из четырех подмоделей (нефтепродукты, газ, твердое топливо и древесина). Учитывая, что модели потребления ресурсов схожи, целесообразно рассмотреть только одну из них. Рис. 2 показывает подмодель потребления газа, на основе которого анализируются так же и другие ресурсы.



**Рис. 2** Подмодель потребления газа

Рис. 2 показывает, что на оборот газа влияют чистый импорт газа, потребление газа в секторе услуг, сельском хозяйстве, бытовое, промышленное использование и переработка при производстве тепла и электроэнергии. Резервуар "запасы газа" отображает баланс входящих и выходящих потоков. Модель предусматривает, что импорт равняется совокупному потреблению. Фактически, импорт и потребление могут незначительно отличаться.

Рис. 2 показывает универсальную модель, некоторые показанные потоки не целесообразно применять к модели потребления газа, но они представлены для того, чтобы объяснить подмодели других ресурсов. Так, например, ранее было показано, что потребление газа в сельском хозяйстве является незначительным, поэтому для него можно не выделять отдельный поток. Пример показывает, что потребление газа в

сельском хозяйстве зависит от времени и темпов роста в сельском хозяйстве, которые оцениваются в подчиненной подмодели сельского хозяйства. Так же в подмодели нефтепродуктов может быть сформирован поток потребления нефтепродуктов транспортом, зависящим от количества транспортных средств из подчиненной подмодели транспорта. Поток импорта энергоресурсов может быть дополнен потоком производства.

Потребление энергии в промышленном секторе и секторе услуг зависит от развития общей экономической ситуации (экономический рост). Поэтому они имеют схожие потоки потребления. Но они не объединены в один, т.к. в промышленном секторе энергоносители преобразуются в другие химические вещества и продукты без значительных выбросов CO<sub>2</sub>. Это различие позже может быть использовано для оценки загрязнения окружающей среды.

Потребление энергии в домашних хозяйствах мало зависит от экономической ситуации, а в большей степени зависит от количества домашних хозяйств, т.е. от численности населения. Рост потребления домашних хозяйств рассматривается в отдельной подмодели.

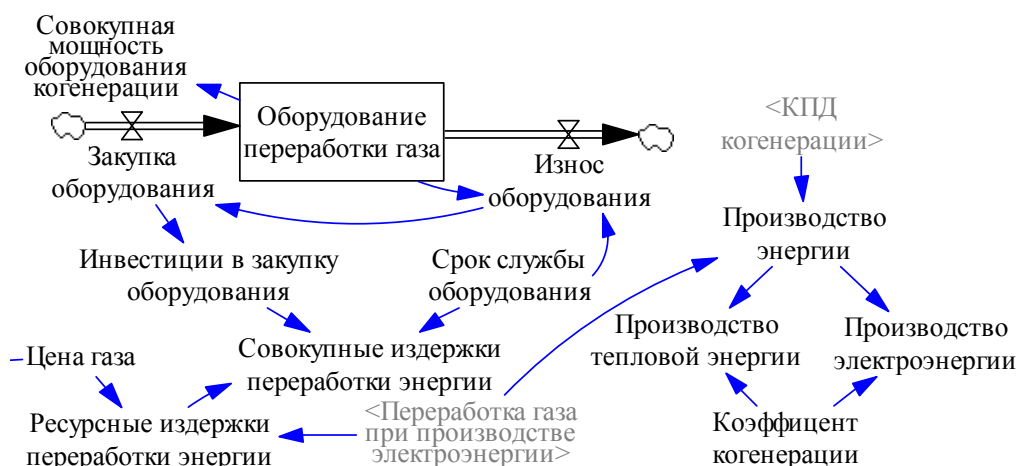
Следующий поток потребления ресурсов связан с переработкой первичных ресурсов в тепловую и электроэнергию. Модель потребления газа выбрана в качестве показательной модели, т.к. газ наиболее часто используется в качестве сырья для производства тепла и электроэнергии в Латвии. Другие первичные энергоресурсы практически не используются для производства электроэнергии, но могут быть применимы для производства тепла.

Рис. 2 показывает, что потребление газа для производства тепловой энергии зависит от спроса на тепловую энергию, совокупной мощности газовых котельных (показатели взяты из подчиненной подмодели), эффективности (КПД) и удельного веса газовых котельных в производстве тепла. КПД это технический фактор, который не возможно описать инструментарием системной динамики. В долгосрочной перспективе удельный вес газовых котельных в производстве тепла - переменный фактор, но в коротком периоде он не меняется. Поэтому в исследовании он принят фиксированным.

Модель потребления газа для производства электроэнергии похожа на описанную модель производства тепла. Разница заключается в том, что в процессе когенерации производятся и электроэнергия и тепло. На рис. 2 видно, что потребление газа для выработки электричества дополнительно зависит от удельного веса когенерации при производстве тепла и электричества.

Дополнительно подмодель потребления ресурса показывает загрязнение, вызванное переработкой газа, которое зависит от объема потребления газа и коэффициента загрязнения. Коэффициент загрязнения- это технический фактор, зависящий от типа переработки газа, его невозможно описать инструментарием системной динамики.

**4. Подмодель переработки энергии.** Подмодель переработки энергии рассматривает процесс когенерации и обеспечения выработки электроэнергии и тепла из первичных энергоносителей. Исходя из четырёх видов первичных энергоносителей, можно создать массив из четырех подмоделей выработки тепла и одной генерации электроэнергии (на основе газа). Эти подмодели аналогичны, но немного отличается подмодель переработки газа, в которой объединены выработка электричества и тепла. Поэтому из подмоделей будет рассмотрена только одна (на основе газа).



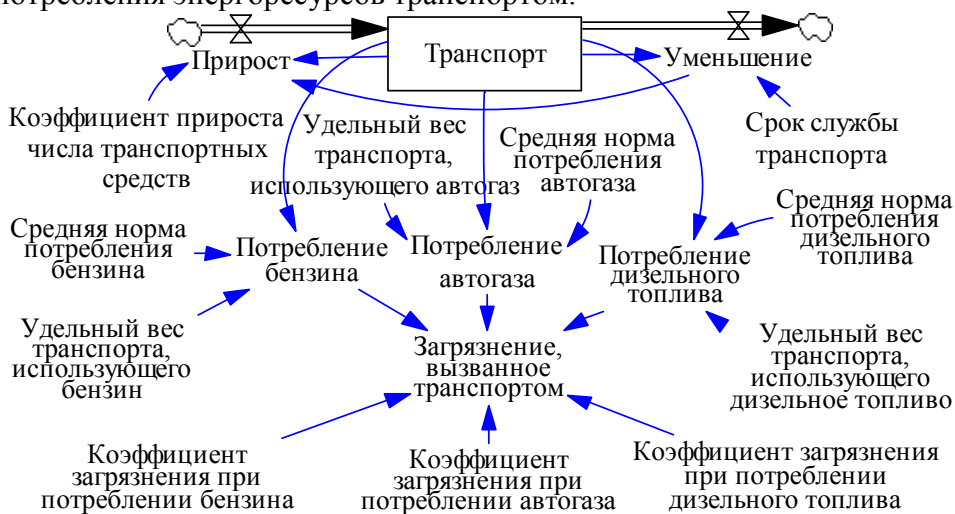
**Рис. 3** Подмодель переработки энергии

В процессе когенерации, как показано на рис. 3, ключевую роль играет мощность оборудования. Статистические источники представляют информацию о количестве и мощности котельных и ТЭЦ [6]. Производство энергии сбалансировано с возможностями оборудования. Рис. 3 отражает систему учета оборудования, которая состоит из двух потоков - износа и закупки. Износ оборудования зависит от его предполагаемого срока службы. Закупка оборудования зависит от износа и инвестиций. Инвестиции определяют пополнение оборудования, а износ показывает, в какой степени оборудование нужно обновлять, чтобы не уменьшить выработку энергии.

Инвестиции, вместе с потребленным объемом ресурса и его ценой, определяют себестоимость энергии, что является еще одним важным показателем, который модель позволяет прогнозировать.

Энергия, созданная в процессе когенерации, делится на тепловую и электрическую (рис. 3). Разделение рассчитывается по фиксированному коэффициенту, который был разработан в соответствии с технологическим процессом. Распределение применяется только для ТЭЦ; в котельных производят только один вид энергии - тепло.

**5. Подмодели потребления энергии.** Если для описанных выше групп подмодели были аналогичны, то подмодели потребления значительно отличаются друг от друга. Поэтому необходимо рассмотреть каждую из них. Рис.4 показывает подмодель потребления энергоресурсов транспортом.



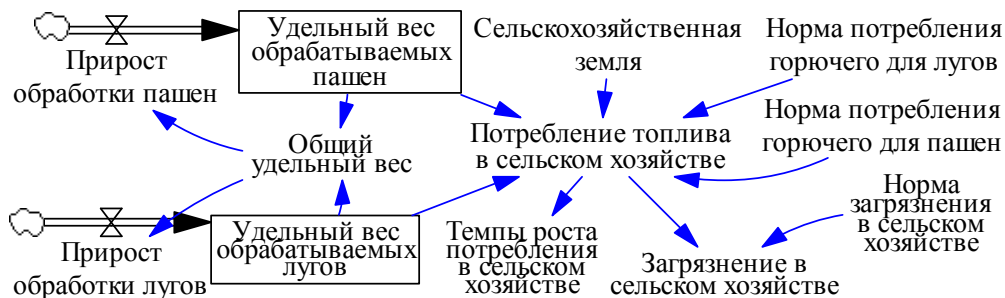
**Рис. 4** Подмодель потребления энергоресурсов транспортом



Как показано на рис. 4, в подмодели потребления энергоресурсов ключевую роль играет количество транспорта. Уменьшение количества транспорта определяется его сроком службы, а увеличение – обновлением и коэффициентом прироста.

Транспортные средства на основании статистических данных, подразделяют на транспорт использующий бензин, дизельное топливо и автогаз. Для каждой группы отдельно оценивается потребление топлива и, соответственно, загрязнение окружающей среды.

Следующая подмодель потребления энергии связана с сельским хозяйством, см. рис. 5.



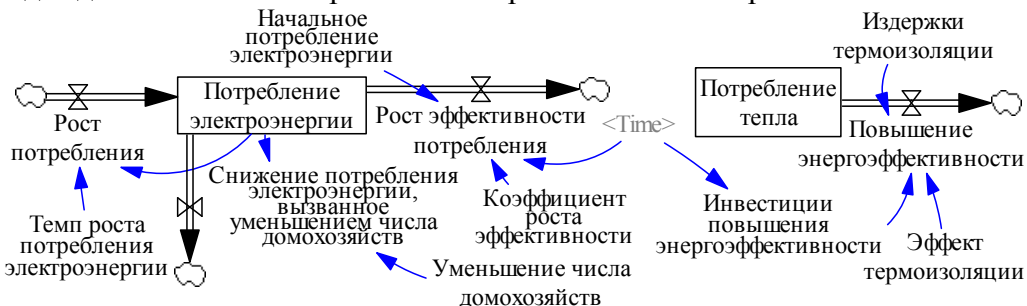
**Рис. 5** Подмодель потребления энергоресурсов в сельском хозяйстве

Основное допущение в подмодели потребления энергоресурсов в сельском хозяйстве связано со спецификой сектора. Чем больше обрабатывается земель, тем больше энергии потребляется в сельскохозяйственном секторе. Учитывая, что сельскохозяйственная земля ограничена, можно сделать вывод, что потребление энергии в сельском хозяйстве тоже ограничено. Если мы говорим о высокоразвитой стране, которая полностью и рационально используют свои ресурсы, то потребление энергии в сельском хозяйстве не растет, а снижается благодаря повышению эффективности.

В Латвии удельный вес неиспользованных сельскохозяйственных земель в 2008 году был 23% (в 2000 - 29%)[6]. Несмотря на снижение доли пустующих земель, потребление энергии в Латвии не растет, поскольку ранее не используемые земли в настоящее время используются не в качестве пашен и лугов, а как леса. Поэтому, подмодель потребления энергоресурсов в сельском хозяйстве имеет только теоретическое значение, которое показывает, что сельскохозяйственное развитие может повлиять на потребление энергии в Латвии.

Подмодель показывает, что, зная площадь сельскохозяйственных угодий, распределение по пахотным землям и лугам, нормы потребления топлива, может быть рассчитан объем потребления топлива в сельском хозяйстве. Исходя из потребления топлива, могут быть рассчитаны энергетические выбросы CO<sub>2</sub> в сельском хозяйстве. Модель предусматривает, что с экономическим ростом доля обрабатываемых пахотных земель и лугов будет расти.

Подмодель бытового потребления энергии показана на рис. 6.



**Рис. 6** Подмодель бытового потребления энергии

Подмодель бытового потребления энергии делится на две части, в зависимости от формы энергии, на электроэнергию и тепло. Учитывая, что статья отражает первый вариант модели, необходимо дополнить подмодель частью потребления газа, т.к. в быту потребляется не только конечная энергия, но и первичные энергоресурсы, т.е. газ. Что касается использования твердого топлива или древесины для обогрева в быту, то для анализа объема их потребления может быть применена простая модель. А потребление газа связано как с обогревом, так и с приготовлением пищи. Соответственно, потребление бытового газа необходимо прогнозировать в комплексе. В статье это не сделано из-за низкой роли потребления газа в бытовом секторе и ограниченности объемов статьи.

На бытовое потребление электроэнергии влияют рост, вызванный техническим прогрессом и повышением уровня благосостояния, а так же уменьшение, связанное с ростом эффективности потребления и сокращением населения. Такие параметры, как сокращение населения предусматриваются легко, а для прогнозирования других параметров (как то увеличение доли энергосберегающих ламп в Латвии и ЕС), необходимы отдельные исследования. В модели для прогнозирования данных параметров используются фиксированные коэффициенты.

Потребление тепловой энергии зависит от численности населения и характеристик жилых зданий. Домохозяйства используют горячую воду для своих нужд, прогнозирование данного фактора не вызывает проблем. Потребление тепловой энергии для зданий не зависит от численности населения, количества домашних хозяйств или от других параметров. Потребление существенно не изменится, даже если некоторые квартиры в многоэтажных зданиях не используются. Соответственно, потребление тепловой энергии для жилых зданий может быть принято как неизменный показатель, связанный только с техническими характеристиками зданий. В апреле 2009 в Латвии начата программа повышения энергетической эффективности зданий, которая может изменить технические характеристики зданий. Модель прогнозирования этих изменений показана на рис. 6.

Повышение энергетической эффективности зданий связано с их термоизоляцией. Модель оценивает расходы термоизоляции, предусмотренные инвестиции и их эффект.

**6. Выводы.** Основная роль модели - прогнозировать потребление энергии по отдельным группам, как по потребителям, так и по энергоресурсам; оценивать воздействие энергетического сектора на окружающую среду. Модель была разработана для оценки воздействия программы повышения энергетической эффективности зданий на латвийскую экономику.

Эффект термоизоляции и влияние на латвийскую экономику оценены как доходы от продажи неиспользованных выбросов  $\text{CO}_2$ , появившихся в результате термоизоляции зданий. Объем выбросов  $\text{CO}_2$  рассчитан в модели на основе потребления энергии и энергоресурсов, с учетом повышения энергоэффективности зданий. Несмотря на низкое влияние программы на экономику, она играет важную роль в энергосбережении и улучшении состояния окружающей среды.

Это исследование является лишь первым шагом к разработке детальной модели латвийской энергетики с использованием метода системной динамики. Автор разработал модели системной динамики в различных сферах [10, 11, 12, 14]. В данной статье автор попытался как можно шире осветить возможности и преимущества метода системной динамики в прогнозировании энергетического сектора. Поэтому исследование нельзя считать полностью завершённым, и его необходимо продолжать.

## Список литературы

- [1] Eiropas Kopienų komisijas lēmums par valsts siltumnīcefekta gāzu emisijas kvotu sadales plānu, ko paziņojusi Latvija saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvu 2003/87/EK, Briselē, 29.11.2006
- [2] Elektroenerģijas cenu ietekmējošās komponentes [http://www.latvenergo.lv/portal/page?\\_pageid=73,967464&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.latvenergo.lv/portal/page?_pageid=73,967464&_dad=portal&_schema=PORTAL) (01.03.2010.)
- [3] Eurostat datu bāze <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/> (01.03.2010.)
- [4] Ēku energoefektivitātes paaugstināšana: Eiropas Savienības politika un labas prakses piemēri pašvaldībās. – R.: Jelgavas tipogrāfija, 2008. – 32. lpp.
- [5] Latvijai par CO<sub>2</sub> emisijām jau garantēti 200 miljoni eiro <http://www.diena.lv/lat/business/hotnews/industry/latvijai-par-co2-emisijam-jau-garanteti-200-miljoni-eiro> (01.03.2010.)
- [6] LR Centrālās statistikas pārvaldes datu bāze <http://www.csb.gov.lv/> (01.03.2010.)
- [7] Mājsaimniecības tehnika <http://www.dolceta.eu/latvija/Mod5/spip.php?rubrique65> (01.03.2010.)
- [8] Pār Eiropas Komisijas izstrādāto emisijas kvotu sadales plānu no 2008. līdz 2012. gadam. <http://www.em.gov.lv/em/2nd/?id=15794&cat=621> (01.03.2010.)
- [9] Piebalgs: Eiropieši novērtēs ekonomisko spuldžu priekšrocības <http://www.diena.lv/lat/politics/sestdiena/esi-sveicinata-jauna-gaisma> (01.03.2010.)
- [10] *Skribans V.* Būvnozares prognozēšanas modelis un tā izstrādāšanas metodika. Starptautiskās zinātniskās konferences “Tradicionālais un novatoriskais sabiedrības ilgspejīgā attīstībā” materiāli. Rēzekne, Rēzeknes augstskola, 2002.- 356.-364. lpp.
- [11] *Skribans V.* Influence of Labor Migration on Latvia’s Labor Market. The 27th International System Dynamics Conferences materials, USA, System Dynamics Society, 2009.
- [12] *Skribans V.* Jauna produkta ieviešanas tirgū modelēšana, izmantojot sistēmdinamikas metodi // RTU zinātniskie raksti. 3.sēr., Ekonomika uz uzņēmējdarbību. – 17.sēj. (2008), 99.-105.lpp. Rīga, RTU, 2008.
- [13] *Skribans V.* Jaunā ekonomika un jaunie tirgi: pamatprincipi un veidošanās problēmas. 21. gadsimta universitāte, konferences materiāli. Rīga, RTU, 2001. 121.-127. lpp.
- [14] *Skribans V.* Krīzes un 2009. gada nodokļu politikas izmaiņu ietekme uz Latvijas ekonomiku // LU raksti. Rīga, LU, 2009. 189.-200. lpp.
- [15] *Sterman, John D.* Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. USA: Irwin/ McGraw-Hill., 2000.- 982 p.
- [16] Современные интенсивные технологии и приёмы ведения сельскохозяйственных работ <http://belagromech.basnet.by/guidelines/farming/autumn/> (01.03.2010.)
- [17] Урок экономики на краю поля, или Сколько стоит посевная [http://no-till.ru/view\\_articles.php?id=13](http://no-till.ru/view_articles.php?id=13) (01.03.2010.)