

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РАЗРАБОТКЕ СЦЕНАРИЯ ОТРАСЛЕВОГО РАЗВИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ЛАТВИИ)

Александр Стетюха, Артур Юревич
Институт транспорта и связи, Рига, Латвия

Резюме

Целью данной работы является исследование возможностей использования производственной функции в отраслевом анализе и в прогнозировании развития экономики отраслей. В качестве объекта приложения исследований выбран лесохозяйственный комплекс Латвийской Республики. В работе рассматриваются особенности лесохозяйственного комплекса, сравнивается состояние лесного хозяйства Латвии с другими странами Европы и анализируется динамика его развития. Оценивается обеспеченность отрасли необходимыми ресурсами и потенциальные возможности их перераспределения. В основе инструментального анализа используются ансамбли нейронных сетей. Основным результативным этапом исследования являются разработка сценария развития лесного хозяйства Латвии с конкретными предложениями по устранению основных выявленных недостатков. Проведенное исследование подтвердило возможности и целесообразность использования в управлении отраслевыми комплексами современных инструментов анализа и прогнозирования, в основу которых входят нейронные сети.

Ключевые слова: лесохозяйственный комплекс, нейронные сети, производственная функция, сценарии развития.

Key words: forestry complex, neuron networks, production function, scenarios of development.

Введение

Теоретической базой поиска решения основной экономической проблемы: „ЧТО из товаров и услуг и КАК производить?“ является производственная функция. В рамках этой проблемы находятся вопросы о присвоении некоторым отраслям статуса приоритетных и разработки планов их поддержки и развития. Однако, зачастую, даже в практике развитых стран, подобные решения принимаются без достаточного научного обоснования. Большие средства тратятся иногда не на поддержание отраслей в целом, а на поддержку отдельных компаний отрасли, что в ряде случаев ставит в затруднительное положение остальных участников отрасли.

Целью данной работы является исследование возможностей использования производственной функции в отраслевом анализе и в прогнозировании развития экономики отраслей. В качестве объекта приложения исследований выбран лесохозяйственный комплекс (ЛХК) Латвийской Республики. Актуальность такого выбора обусловлена ощутимым вкладом отрасли в народнохозяйственные результаты - доля ЛХК в создании ВВП страны составляет 5%. В лесохозяйственном комплексе занято 39 000 человек, объём капиталовложений – 5 млрд латов, объём производства – 10 000 тыс.

м³/год и затраты на труд составляют 22,5 млн. латов.

В работе рассматриваются особенности лесохозяйственного комплекса, сравнивается состояние лесного хозяйства Латвии с другими странами Европы и анализируется динамика его развития. Оценивается обеспеченность отрасли необходимыми ресурсами и потенциальные возможности их перераспределения. В основе инструментального анализа производственной функции отраслевого уровня используются ансамбли нейронных сетей.

1. Особенности производственной функции в отраслевых исследованиях

Как известно, производственная функция выражает зависимость производственных результатов от величины использованных в производственном процессе производственных ресурсов. Исследования этой зависимости широко представлены в трудах многих экономистов как для микроэкономического [22, 26, 27], так и макроэкономического [19, 24, 25] уровней. Формула вычисления производственного результата, как для микро-, так и макро- уровней может иметь одинаковый вид:

$$Q = AK^\alpha L^\beta \quad (1)$$

однако, разумеется, входящие в нее элементы имеют различную интерпретацию. Параметр Q

характеризует размер ВВП (в макроэкономике) или совокупный выпуск фирмы (в микроэкономике). Труд (L) и капитал (K) рассматриваются на уровне страны или предприятия соответственно, коэффициенты α и β отражают результативную эластичность труда и капитала. Параметром A пытаются учесть влияние всех других факторов, которые, помимо труда и капитала, влияют на производственный результат [19, 22, 24-28].

Обобщая результаты микро- и макроэкономических исследований, можно предположить, что и для отраслевого уровня производственная функция имеет аналогичный вид. Разумеется, параметры L и K необходимо рассматривать для соответствующей отрасли; специфичными будут и факторы, учитываемые другими параметрами модели. Так, коэффициентом A на отраслевом уровне следует учитывать влияние и таких факторов, как структура отрасли, в т.ч. отраслевой уровень концентрации, конкурентоспособность на мировом рынке и другие.

Производственную функцию можно применять как для анализа исследуемого объекта, так и в прогнозировании его развития.

Выбор инструмента для анализа осуществлен с использованием программного продукта Statistika (табл. 1). Выбор осуществлен на основе обработки фактических данных за период с 1993 по 2009 годы [4-17]. Программа подобрала наилучшие инструменты для анализа

используемых данных: линейная регрессия, многослойный персептрон (МП) и самоорганизующиеся карты Кохонена (СОК) [18, 20, 23].

С таким большим объёмом данных, традиционная линейная регрессия требует очень много усилий для получения более достоверных результатов. Этот метод был бы приемлем, если достоверность метода была приближена хотя бы к 70%. Многослойный персептрон показал результаты гораздо лучшие, нежели линейная регрессия, однако, наилучшие результаты показала СОК, уровень достоверности этой сети в чистом виде составляет 75%. К тому же - это единственный метод, который позволяет визуализировать модели, состоящие из множества компонент в двумерном пространстве [18].

Подбор нейронной сети для прогнозирования осуществлялся таким же образом, как и для анализа, но оценивалась возможность разновидностей нейронных сетей к способности проецирования динамики изменения показателей на будущие периоды (табл. 2). Исходя из этого требования, оценивались регрессионные инструменты. В ходе анализа набора инструментов среда Statistika предложила линейную регрессию с достоверностью результатов в 34%, радиальную базисную функцию (РБФ) – 48%, многослойный персептрон (МП) – 73%. Наилучшей моделью будет обобщённо-регрессионная нейронная сеть (ОРНС) с 80% уровнем достоверности результатов.

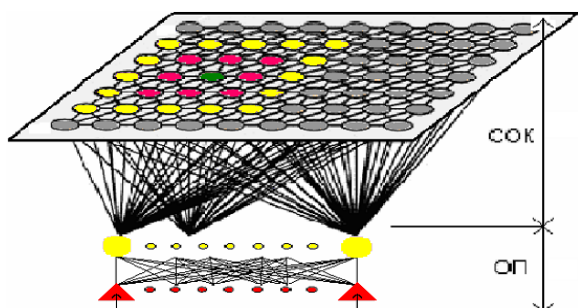
Табл. 1. Выбор инструмента анализа

Разновидности инструментов	Уровень доверия	Ошибка обучения	Контрольная ошибка	Тестовая ошибка
Линейная регрессия	57%	0,29	0,34	0,31
Многослойный персептрон (МП)	67%	0,18	0,29	0,36
Самоорганизующиеся карты Кохонена (СОК)	75%	0,14	0,17	0,18

Табл. 2. Выбор инструмента прогнозирования

Разновидности инструментов	Уровень доверия	Ошибка обучения	Контрольная ошибка	Тестовая ошибка
Радиальная базисная функция (РБФ)	48%	0,32	0,34	0,33
Обобщенная регрессионная нейронная сеть (ОРНС)	80%	0,21	0,26	0,24
Линейная	34%	0,17	0,28	0,35
Многослойный персептрон (МП)	73%	0,16	0,37	0,48

Однако, предполагая, что полученными результатами возможности повышения уровня достоверности не исчерпаны, был осуществлен подбор модификаций нейронных сетей. Увеличить достоверность результатов нейронной сети для анализа позволило создание ансамбля, основным элементом которого является самоорганизующаяся карта Кохонена, а в основание заложен однослойный персептрон (ОП) для нормирования вектора входных данных. Архитектура такой модернизированной СОК имеет вид представленный на фиг. 1. Это позволило повысить достоверность результатов анализа с 75% до 91%.



Фиг. 1. Архитектура нейросетевого ансамбля для анализа данных

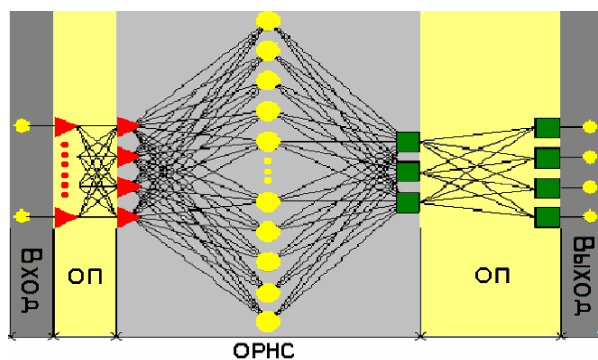
Повышение достоверности результатов прогнозирования осуществлено за счёт присоединение двух блоков однослойных персептронов к обобщённой регрессионной нейронной сети. Один блок на входе ОРНС и второй на выходе. На входе происходит нормирование, а на выходе – обобщение получаемых прогнозов. В итоге повышение уровня доверия ОРНС составляет с 80% до 90%. Такая модифицированная архитектура нейронного сетевого ансамбля для прогнозирования представлена на фиг. 2.

Факт выбора всеми нейронными сетями данных переменных наиболее значимыми доказывает правомерность выдвинутой гипотезы. Очевидно, что оценить состояние лесохозяйственного комплекса Латвии графическими методами довольно проблематично, так как тяжело учесть синергетическое влияние факторов системы друг на друга [1, 2, 15-17].

На отрасль в целом влияют следующие факторы [25, 30]:

- Изменения капиталовложений,
- Изменения затрат на труд,
- Изменения производственных мощностей,
- Изменение численности сотрудников,

- Изменения добавленной стоимости,
- Изменения спроса на продукцию,
- Доля производственных активов ко всем активам,
- Доля лесовосстановительных работ к лесозаготовкам.



Фиг. 2. Архитектура нейросетевого ансамбля для прогнозирования данных

2. Анализ состояния и развития ЛХК Латвии

Для сопоставления состояния и динамики развития лесохозяйственного комплекса Латвийской Республики с другими странами Европы и использования лучшего опыта изложенные подходы были применены для построения и обучения самоорганизующейся карты Кохонена по странам Европы на 2009 год. Как уже упоминалось ранее, в обучении участвовали все переменные одновременно. Статистические данные по этим странам были взяты за период с 1961 по 2006, а тестирование проводилось на данных за периоды 2007 и 2008 годов [1, 2, 4-17]. Результаты проделанной работы приведены на фиг. 3.

В правом верхнем углу находится Латвия. Эта зона свидетельствует о том, что в лесном хозяйстве страны темпы развития по всем основным переменным отрицательны. Однако, данная карта позволяет выбрать „эталон” для улучшения функционирования лесного хозяйства Латвии и учесть одновременно влияние всех остальных значимых факторов. Можно стараться увеличивать затраты на труд, и двигаться вниз по карте к Чехии или увеличивать капиталовложения и двигаться влево к Швеции и Норвегии.

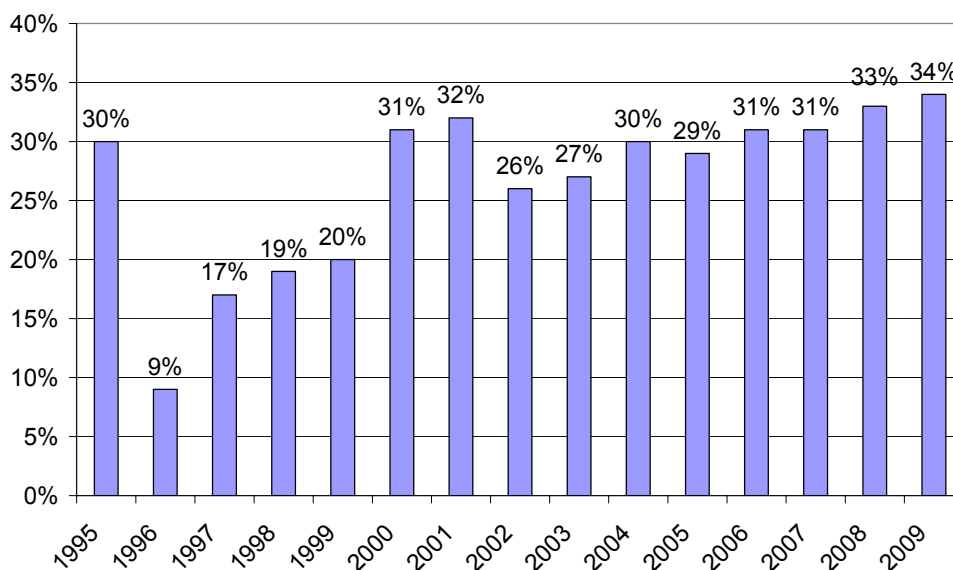
Как негативный следует отметить тот факт, что доля восстанавливаемого леса по сравнению с вырубаемым массивом и не превышает 35% (4000 тыс. м³) [15-17]. Хотя в воспроизводстве леса в Латвии динамика этой

доли имеет положительную тенденцию (фиг. 4), представленные значения ставят под сомнение приоритетность отрасли на государственном

уровне. Для сравнения – в Австрии этот показатель колеблется в диапазоне 60-70% [4-14].



Фиг. 3. Кластерный анализ лесохозяйственного комплекса по странам [на основе данных 4-17]



Фиг. 4. Доля восстановленного леса [по данным 2]

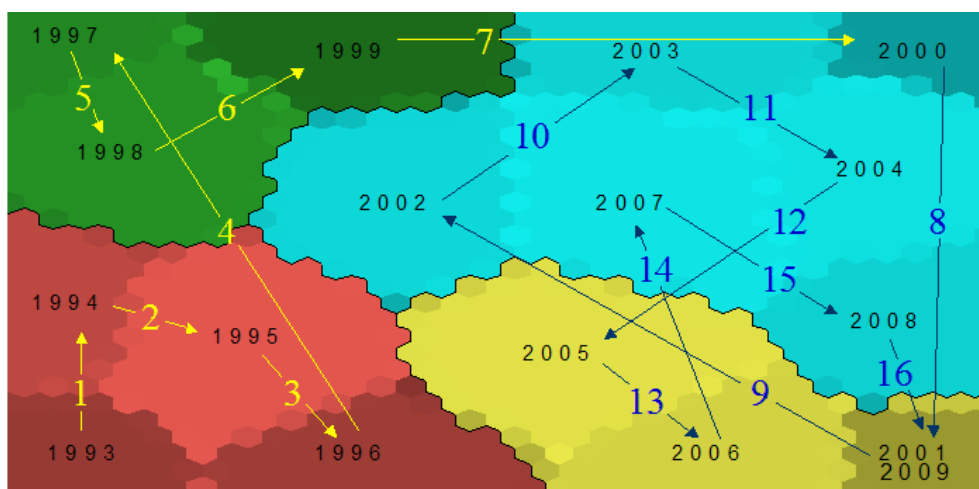
Для выявления проблемных мест в развитии отрасли представилось целесообразным проследить траекторию развития лесной отрасли страны по годам.

На фиг. 5 представлена карта траектории развития лесного хозяйства Латвии по годам. Начальным годом анализа является 1993. В период с 1993 по 1997 год переменные посте-

пенно нормализуются и к 1997 году занимают благоприятную зону. Наиболее благоприятные года для лесохозяйственного комплекса находятся в зелёном секторе. Однако, в 2000 году была начата реорганизация структуры управления отраслью и это привело к значительному ухудшению состояния лесного хозяйства. В 2001 году было зафиксировано падение всех

показателей. Принимаемые меры по стабилизации не увенчались ожидаемым успехом и в

2009 году отрасль практически вернулась на уровень 2001 года [15-17].



Фиг. 5. Динамика развития лесохозяйственного комплекса Латвии по годам [на основе 15-17]

3. Выбор стратегии развития ЛХК Латвии

На основе анализа состояния лесохозяйственного комплекса разработан комплекс мероприятий, который поможет стабилизировать развитие отрасли и обеспечить в дальнейшем её развитие. Он включает необходимость последовательного проведения следующих мероприятий: реорганизацию административного аппарата, ужесточение ряда законодательных норм, включение отрасли в социальную программу, осуществление поддержки перспективных предприятий, обновление и модернизацию лесохозяйственной техники, разработку программы по увеличению заинтересованности потенциальных инвесторов, снижению в экспорте доли сырья для увеличения его добавленной стоимости внутри страны [21, 29].

В основу реорганизации закладывается ликвидация консультативного лесного совета, так как его деятельность носит лишь рекомендательный характер. Также целесообразно осуществить объединение департамента лесной политики с департаментом лесных ресурсов. Это позволит целостно подходить к ситуации и увеличит понимание комплексных проблем всеми сотрудниками. Немаловажным мероприятием будет также обеспечение обратной связи Государственной лесной службы и ГАО „LVM” (Государственное акционерное общество „Латвийские государственные леса”) с Министерством, а также взаимодействие друг с другом. В результате данные меры повысят эффективность использования государственных средств (по предварительным расчётам на 20%) и

высвободят средства в размере 16% от общих отраслевых издержек на персонал, что составляет примерно 3 600 000 латов в год [15-17].

Изменения в законодательных нормах продиктованы необходимостью оградить лесное хозяйство от разнообразных махинаций, реализуемых легальными схемами и гарантировать в полном объеме восстановление лесного покрова страны. В данный момент уже ведутся разговоры об изменении устаревших и неэффективных норм, но реальных шагов по изменению ситуации пока предприняты не были, ссылаясь на более глобальные проблемы в связи с кризисом [3].

В кризисное время стали очень актуальны социальные программы. К сожалению, по статистике в Латвии сокращение рабочих мест достигало 500-1000 ежемесячно. Социальные программы могут обеспечить только 20% (20000 человек) всех желающих (в районах – 5-10%). Включение отрасли в социальную программу позволит активизировать работы по восстановлению лесных массивов, а также более эффективно использовать рабочую силу. При этом численность занятых в отрасли увеличится минимум на 500 человек, обеспечение желающих выполнять социальные работы в Латвии (30000 человек) составит 30%, доля лесовосстановительных работ к объёму лесозаготовок возрастет в 2 раза (с 34% до 60%). Покупку саженцев, транспортировку до места назначения и выплаты пособий таким работникам можно осуществлять за счёт средств, высвобожденных в ходе реорганизации. Для

этих нужд из 3 600 тыс. латов потребуется по предварительным подсчётам – 2 700 тыс латов [15-17].

Учитывая тяжёлую экономическую ситуацию в стране, необходимо не увеличивать налоговое бремя, а предоставить нуждающимся, но перспективным предприятиям налоговые послабления и помощь в организации бизнеса. В то же самое время, необходимо оградить предприятие от нецелевого использования финансово-материальных ресурсов. Для этого необходимо разработать программу поддержки и контроля нуждающихся предприятий в отрасли.

С наступлением кризиса в стране многие предприятия стали неплатежеспособными и в погашение обязательств у них изымалась приобретённая в кредит или по лизинговым договорам техника. Такая техника продаётся за границу по ценам, составляющим 30-40% от первоначальной стоимости, хотя балансовая составляет обычно 70-80%. Разницу приходится компенсировать и без того неплатежеспособному предприятию, либо по факту банкротства – банк списывает эту сумму в безнадёжную задолженность. Предлагается обеспечивать закупки такой лесохозяйственной техники ГАО „LVM” у банков, снимать бремя задолженности с неплатежеспособного предприятия и организовать аренду техники предпринимателям на условиях самокупаемости.

Привлечение инвестиционного капитала в кризисное время достаточно сложное мероприятие. Оно требует разработки программы по увеличению инвестиционной привлекательности. В основу программы может войти создание специальных возможностей инвестирования в лесное хозяйство на „биржевых условиях”. Это обусловлено тем, что инвестор не захочет вкладывать свои средства на 100-200 лет. В основу предложения может войти осуществление вложений в физический лес денежных средств на 5-10 лет. Инвестор осуществляет вложения в лесной участок. Через 5-10 лет осуществляется переоценка этого имущества и разница составляет экономический интерес. Однако, вырубку таких участков следует запретить законодательно.

Также требуется остановить рост экспорта круглого леса, который за последние 2 года увеличился в 20 раз (50 тыс. м³). Необходимы мероприятия по стимулированию повышения добавленной стоимости в лесоперерабатывающей промышленности, после чего можно будет

экспортировать уже более дорогую продукцию [2]. Это предоставит новые рабочие места в отрасли, увеличит доходную часть бюджета и снизит потребление круглого леса.

Результаты реализации краткосрочного прогноза представлены в табл. 3. При нынешнем подходе к ситуации можно наблюдать следующее: отток капиталовложений составит 13% (0,65 млрд. латов), затраты на труд уменьшатся на 3% за счёт сокращения сотрудников в отрасли, а доля лесовосстановительных работ составит только 31%. Если бы удалось провести весь комплекс предложенных мероприятий в стране в течении 2009 года, то в результате можно было ожидать приток инвестиций на 1% (0,05 млрд. латов) за счёт повышения стабильности отрасли и ввести в режим ожидания уже собирающихся выводить свои капиталы из отрасли иностранных инвесторов, уменьшить затраты на труд на 16% (3,6 млн. латов) не за счёт сокращения численности занятых в отрасли, а за счёт перераспределения трудовых ресурсов в отрасли и при этом увеличить численность занятых примерно на 1000. Также, доля лесовосстановительных работ увеличивается почти в два раза и составляет 60% или 6 000 тыс. м³. Это позволяет оценить целесообразность внедрения сценария в отрасль в краткосрочной перспективе [15-17].

Табл. 3. Результаты краткосрочного прогноза [на основе 15-17]

Показатель	По факту	По сценарию
Изменение затрат на труд, млн. латов	- 0,675	- 3,6
Изменение капиталовложений, млрд. латов	- 0,65	0,05
Доля лесовосстановительных работ к лесозаготовкам, %	31	60

Состоятельность сценария подтверждают и результаты прогноза на 2014 год (табл. 4). По ходу устойчивой тенденции сокращения штата сотрудников, затраты на труд уменьшатся на 14%, при этом отток капитала составит целых 35% (1,75 млрд. латов) по отношению к 2009, что составляет треть имеющегося капитала. Можно ожидать ещё большее снижение эффективности использования ресурсов в отрасли.

Доля лесовосстановительных работ составит только 24%.

Табл. 4. Результаты долгосрочного прогноза [на основе 15-17]

Показатель	По факту	По сценарию
Изменение затрат на труд, млн. латов	-3,15	-4,05
Изменение капиталовложений, млрд. латов	-1,75	0,03
Доля лесовосстановительных работ к лесозаготовкам, %	24	56

При внедрении сценария и поддержании его на протяжении 5 лет – можно будет уменьшить затраты на труд на 18% за счёт повышения эффективности трудовых ресурсов, увеличить приток капитала до 6% (0,3 млрд. латов) и сохранить долю лесовосстановительных работ на уровне 56% [15-17].

Реализация сценария позволит лесохозяйственной отрасли Латвии выйти из кризисного сектора и попасть в одну область с Великобританией. Отличие будет в том, что в Великобритании лесохозяйственный комплекс является высокоавтоматизированным и трудовые ресурсы используются в меньшей степени, а в Латвии будет наоборот.

Заключение

Основным результативным этапом исследования являются разработка сценария развития лесного хозяйства Латвии с конкретными предложениями по устранению основных выявленных недостатков. Проведенное исследование подтвердило возможности и целесообразность использования в управлении отраслевыми комплексами современных инструментов анализа и прогнозирования, в основу которых входят нейронные сети. Комплексное исследование требует применение таких новейших сред по обработке статистических данных и их визуализации, как SPSS, Statistica и SOMine Viscovery. Эти среды позволяют не только проанализировать имеющиеся результаты в отрасли, спрогнозировать их дальнейшее развитие, но и визуализировать многомерные результаты анализа одновременно на двумерной плоскости, учитывая влияние всех факторов и

тем самым отобразить целостность исследуемой модели.

Применение методов прогнозирования и планирования при составлении сценария развития лесного хозяйства Латвии, в основу которого входит программно-целевой метод, позволяет учесть не только полученные количественные результаты, но и другие аспекты отраслевой составляющей такие как законодательная база, система управления отраслью и другие. Это позволяет отобразить целостность влияния различных составляющих факторов на прогнозы в рамках отрасли. Положительные результаты сопоставления итогов внедрения сценария с фактическими показателями как в краткосрочном, так и в долгосрочном периодах свидетельствуют о возможности использования производственной функции для разработки сценариев стабилизации и развития других отраслей экономики.

Литература

1. Labklājības ministrija. Nodarbinātības aģentūras portāls. www.nva.lv.
2. LR Centrālā Statistikas Pārvaldes portāls. www.csb.lv.
3. LR likumdošana. www.likumi.lv.
4. Portal of the Political Instability Task Force. <http://globalpolicy.gmu.edu/pitf/>.
5. Portal of the DAVIDSON DATA CENTER & NETWORK. <http://ddcn.prowebis.com/>.
6. Portal of the Facts & Statistic of Nation Master. <http://www.nationmaster.com>.
7. Portal of the GEO Data. <http://geodata.grid.unep.ch/>.
8. Portal of the Internation Trade Center. <http://www.intracen.org/menus/countries.htm>.
9. Portal of the International Economic Accounts. <http://www.bea.gov/bea/di1.htm>.
10. Portal of the Population Action International. <http://www.populationaction.org/resources/>.
11. Portal of the The World Bank. <http://www.worldbank.org/data/countrydata/countrydata.html>.
12. Portal of the Unctad Handbook of Statistics. <http://stats.unctad.org/handbook/>.
13. Portal of the United States Department of Labor. <http://www.bls.gov/bls/international.htm>.
14. Portal of the University of Michigan. <http://www.lib.umich.edu/govdocs/stpolisc.html>.
15. Valsts meža dienesta datu bāze.
16. VAS „LVM” dienesta datu bāze.
17. Zemkopības ministrijas Meža resursu departamenta datu bāze.
18. Дебок, Г., Кохонен, Т. *Анализ финансовых данных с помощью самоорганизационных карт*. Москва. Альпина. 2001. 316 с.

19. Киреев, А. *Прикладная макроэкономика*. Учебник. Москва. Международные отношения. 2006. 456 с.
20. Осовский, С. *Нейронные сети для обработки информации*. Москва. Финансы и Статистика. 2004. 344 с.
21. Панкрухин, А.П. *Маркетинг территорий: зачем, кому и какой нужен маркетинг территорий*. <http://www.marketing.spb.ru/lib-special/regions/territory/1.htm>.
22. Пиндайк, Р. С., Рабинфельд, Д. А. *Микроэкономика*. 5-ое издание. С.-Петербург. Питер. 2002. 608 с.
23. Рутковская, Д., Пилиньский, М., Рутковский, Л. *Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы*. Москва. Горячая линия – Телеком. 2008. 383 с.
24. Сакс, Д. Д., Ларрен, Ф. Б. *Макроэкономика. Глобальный подход*. Москва. Дело. 1996. 847 с.
25. Стетюха, А. *Экономика отраслевых рынков*. Курс лекций. Рига: Институт транспорта и связи. 2004. 120 с.
26. Ульченкова, В.Э. *Влияние инновационных факторов на темпы экономического роста России*. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата экономических наук. Москва. 2007.
27. Хайман, Д.Н. *Современная микроэкономика: анализ и применение. Т1*. Москва. Финансы и Статистика. 1992. 384 с.
28. Хайман, Д.Н. *Современная микроэкономика: анализ и применение. Т2*. Москва. Финансы и Статистика. 1992. 284 с.
29. Черная, И.П. *Маркетинг имиджа как стратегическое направление территориального маркетинга*. <http://www.dis.ru/market/arhiv/2002/4/1.html>.
30. Шерер, Ф. М, Росс, Д. *Структура отраслевых рынков*. Университетский учебник. Москва. ИНФРА-М, 1997. 698 с.

PRODUCTION FUNCTION AND NEURON NETWORKS APPLICATION FOR ELABORATING THE SCENARIO OF THE BRANCH DEVELOPMENT (ON THE EXAMPLE OF THE LATVIAN FORESTRY)

Alexander Stetjuha, Artur Yurevich
Transport and Telecommunication Institute, Riga, Latvia

Abstract

The purpose of this work is the investigation of the possibilities of using the production function for the branch analysis and for forecasting the development of the branch economics. The forestry complex of the Republic of Latvia is chosen as the object of application. The work pays attention to the peculiarities of the forestry complex, compares the Latvian forestry state with that of the other European countries and analyses the dynamics of its development. The author evaluates the level of the branch provision with the necessary resources and the potential opportunities of their redistribution. The ensembles of the neuron networks form the foundation of the instrumental analysis. The main resultive stage of the investigation is the scenario of developing the Latvian forestry with the concrete suggestions on eliminating the principal revealed disadvantages. The implemented research confirmed the possibilities and reasons of using the modern instruments of the analysis and forecasting with the underlying neuron networks.