



## Приложение теории нейросетей к технико- экономическому моделированию проектов инновационной экономики

**Лазарев Игорь Алексеевич** — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, академик РАЕН.

**Хижа Георгий Степанович** — доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии.

**Лазарев Кирилл Игоревич** — специалист в сфере медицинских информационных технологий.

Окончание.  
Начало см. в № 10/2011

Обучение сети начинается с предъявления образа и вычисления соответствующей реакции. Сравнение с желаемой реакцией дает возможность изменять веса связей таким образом, чтобы сеть на следующем шаге могла выдавать более точный результат. Обучение обеспечивает настройку весов связей. Информация о выходах сети является исходной для нейронов предыдущих слоев. Эти нейроны могут настраивать веса своих связей с целью уменьшения погрешности на следующем шаге. При генетическом подходе процесс настройки нейросемантических систем рассматривается как адаптивный процесс, связанный с максимизацией эффективности функционирования этой системы, то есть с минимизацией ошибок в результате коррекции семантических весов  $W$  и смещений  $B$  ( $W, B$ ).

При обучении нейронных сетей в основном используется база знаний, в которой хранится набор известных правильных решений. Каждый пример решений представляет собой пару: вход — известный выход. В связи с этим получаемые выходные сигналы сравниваются с эталонными и оценивается работа нейросемантической системы. Основная проблема — это процесс пошаговой минимизации (максимизации) функции оценки нейросемантической системы. Такие задачи решаются в основном методом градиентного спуска. Операции градиентного спуска представляют собой переборные процессы, связанные с перераспределением исходного «генетического материала». Это дает возможность быстрее получить минимум или максимум функции, чем в случае использования метода пошаговой оптимизации.

Несмотря на ограниченные возможности нейросемантических сетей, построенных на основе упрощенной модели нейрона, они

обнаруживают свойства, напоминающие те, которые присущи биологическим системам. Это определяет перспективу развития и практического использования таких сетей. Обученные нейросемантические модели инфорно-мов-приложений могут рассматриваться как интеллектуальный капитал, который может замещаться финансовым капиталом при создании необходимых для этого мотиваций и условий. С этой целью могут использоваться технологии и специализированные интернет-сети композиционно-го конструирования и моделирования инвестиционных и инновационных проектов [1–8].

Важнейшим аспектом создаваемых нейросемантических приложений является реализация композиционной технологии организации и самоорганизации сложных ансамблей (композиций) математических нейронов наподобие аналогичных процессов в живых биологических системах. Но в биологических системах это происходит автоматически, а в искусственных квазибиологических системах в случае их приложения к сферам экономической деятельности это связано с проблемой замещения формируемого интеллектуального капитала финансовым, поскольку их собственниками являются различные субъекты деятельности и реализация этого процесса зависит от меры совпадения их интересов. Поэтому для практического решения задачи модернизации российской экономики и ее перехода на путь инновационного развития необходимо создание механизмов нормативно-правовой и экономической стимуляции взаимных интересов субъектов интеллектуальной, экономической и финансовой деятельности, что относится к сфере государственного регулирования.

Для обеспечения возможности использования механизмов самоорганизации нейросети в зависимости от области ее приложе-

ния требуется разработка соответствующей концепции, содержащей формализованную логику и мотивации самоорганизации нейросемантических ансамблей в соответствии с задаваемой целевой функцией. При разработке приложений нейросемантических технологий к моделированию процессов обработки информации используется так называемая нейронно-энергетическая концепция. Это некоторый причинно-следственный ряд, начинающийся от свойств гипотетического нейрона и развивающийся с достаточной необходимостью и естественностью в свойства интеллектуального автомата [9]. Ре-

## **Обучение сети начинается с предъявления образа и вычисления соответствующей реакции.**

ализация нейронно-энергетической концепции самоорганизации информационных процессов основана на задании целевой функции минимизации питания, потребляемого формируемыми нейронными ансамблями. При этом нейрон рассматривается как единица обработки информации в нейронной сети, что связано с потреблением питания.

При приложении нейронно-энергетической концепции самоорганизации к сфере интеллектуальной деятельности необходимо учитывать не только затраты ресурсов питания на обработку информации, но и процессы формирования новой информации (интеллектуального капитала, способного замещаться финансовым капиталом). Эту концепцию можно интерпретировать как кооперативные процессы производства (добычи) и потребления питания. При этом целевая функция может быть сформулирована как максимизация формируемых запасов питания, достигаемых в результате повышения когнитивной активности нейронов при снижении потребления питания в результате формирования эффек-

тивной пространственно-временной организации процессов кооперативного взаимодействия нейросемантических ансамблей. Создаваемые нейросемантические модели этих процессов должны соответствовать задаваемым требованиям к их достоверности и достаточности для принятия решений о практической их реализации.

Динамические процессы производства и потребления питания могут быть интерпретированы как взаимодействие нейросемантических ансамблей, условно специализирующихся на добыче питания (продуктовые нейроны)

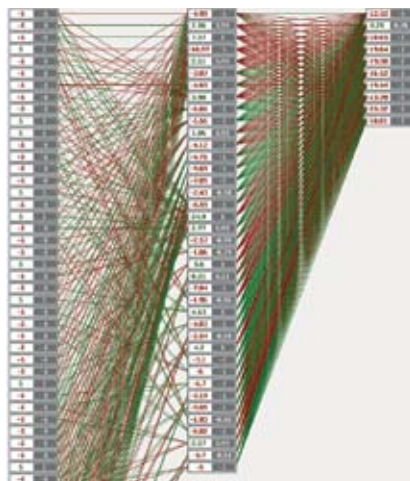
и потреблении питания (ресурсные нейроны). Предполагается, что потребляемое питание обеспечивает функционирование продуктовых и ресурсных ансамблей нейронов, но продуктовые нейроны при этом обладают способностью добывать (производить) продукты питания с целью увеличения их запасов как товарной продукции, снижения заимствования питания из внешних источников или продления жизни нейросемантических ансамблей. Эта концепция соответствует экономической концепции инвестиционных и инновационных процессов, ориентированных на максимизацию производимой товарной продукции при минимизации затрат на ее создание, в том числе в результате внедрения инноваций и снижения внешнего заимствования начального капитала.

Нейроэнергетическая концепция адаптивного автомата, ориентированная на минимизацию потребляемого питания, не содержит определения физического смысла продукта питания [9]. Предполагается, что это некоторая абстрактная категория, характеризующая некоторые уровни по-

требления, зависящие от режимов функционирования нейронных ансамблей при обработке потока информации. При разделении ансамблей нейронов на продуктивные и ресурсные возникает необходимость в определении физического смысла понятий «ресурсы» и «продукты», поскольку они могут иметь различное содержание и различные системы показателей.

Под «продуктом» в данном случае понимается некоторая товарная продукция, создаваемая в результате реализации соответствующих технологических производственных процессов и характеризующаяся физическими или стоимостными показателями. Под «ресурсами» понимаются затраты материальных, финансовых и временных ресурсов, необходимых для производства соответствующей товарной продукции. Представление «продуктовых» и «ресурсных» потоков в единой системе показателей как целостности возможно только при условии определения достаточно обоснованного эквивалента возможного замещения этих потоков финансовым капиталом, что в условиях высокой нестабильности экономической ситуации и колебания мировых цен представляет определенную сложность.

При нейросемантической интерпретации рассматриваемых процессов возникает также проблема в задании аналогов моделируемых сложных технологических и экономических процессов, которые могут достаточно корректно использоваться при обучении сформированных моделей нейросемантических ансамблей. Многообразие возможных вариантов построения указанных моделей в условиях высокой динамики изменения внешних условий практически не позволяет реализовать процесс обучения на уровне сложных инвестиционных и инновационных проектов. Поэтому практически реализовать процесс обучения нейросе-



мантических структур возможно только на уровне их функциональных компонентов с последующим поиском оптимальной композиции «обученных» функциональных структур в соответствии с задаваемой целевой функцией. При выполнении этих операций целесообразно использовать теорию и методы физического, технологического, геологического, экономического и иного подобия моделируемых процессов.

Как уже отмечалось, математический нейрон представляет собой единицу обработки информации в нейронной сети. Если информация может эквивалентно замещаться создаваемой на ее основе материальной продукцией или финансовым капиталом, то модели инфорномов-приложений при их нейросемантической интерпретации могут быть представлены:

- композициями «продуктовых эквивалентов математических нейронов», поставленными в соответствие процессам создания или преобразования материальных продуктовых потоков на основе функционально организованной информации по технологической реализации этих процессов (по числу видов продуктовых потоков);
- композициями «ресурсных эквивалентов математических нейронов», поставленных в соответствие ресурсным модулям и обес-

печивающих материальными или финансовыми ресурсами процессы функционирования продуктовых эквивалентов математических нейронов.

В данной краткой статье не имеется возможности рассмотреть даже основные аспекты практического приложения технологии нейронных сетей к моделированию проектов инновационной экономики. Поэтому ограничимся изложением полученного результата приложения этой технологии к технико-экономическому моделированию инновационного проекта промышленного освоения потенциально нефтеносного шельфового месторождения углеводородного сырья. Этот объект моделирования представляет значительный практический интерес в соответствии с планами освоения месторождений российского шельфа.

В качестве иллюстрации приводятся результаты моделирования кооперативного взаимодействия двух обученных групп нейросемантических ансамблей продуктовых и ресурсных нейронов, отображающих процесс добычи углеводородного сырья и затраты материальных ресурсов на практическую реализацию этого процесса. При построении динамической модели этих процессов предполагается, что группы продуктовых нейронов  $N1$  и  $N2$  могут функционировать одновременно (вариант *A*), последовательно (вариант *B*) и при некотором временном сдвиге (вариант *C*). Это приводит к различным профилям добычи продукта и потребления ресурсов рассматриваемыми ансамблями нейронов.

В *таблице 1* отражены приведенные к единому финансовому эквиваленту ожидаемые текущие и накопленные технико-экономические показатели проекта освоения двух аналогичных тестовых участков (фаза 1 и фаза 2) рассматриваемого инвестицион-

ного проекта. Пространственная и временная организация процессов кооперативного взаимодействия групп ансамблей нейронов может варьировать при сохранении ожидаемого объема добываемых продуктов. Эквивалентирование потоков добываемого продукта (сырой нефти) осуществлено с использованием ее стоимостного показателя при ставке мировой цены сырой стабилизированной нефти 70 долл. за баррель. Это позволяет рассматривать процесс добычи и потребления ресурсов в единой системе координат и интер-

претировать этот динамический процесс как кооперативное производство и потребление продукта питания взаимодействующими нейросемантическими структурами.

Указанные процессы отображаются с использованием многослойной нейросети, в которой параметры выходного слоя сети соответствуют интегральным показателям взаимодействия продуктовых и ресурсных потоков, а промежуточные слои соответствуют операциям налогообложения. Каждый слой содержит мо-

дель текущих состояний математического нейрона, отображаемых весовыми показателями синапсов, обобщаемых сумматором с формированием выходного сигнала аксоном (+1) или (-1) в зависимости от типа нейрона и характера его взаимодействия с другими нейронами (слоями сетевой модели). Для упрощения в приведенной *таблице 1* не отражены операции отчисления налога на добычу полезных ископаемых, а приведены текущие показатели ожидаемого дохода после вычета соответствующих отчислений.

Таблица 1

Текущие и накопленные технико-экономические показатели проекта освоения участков потенциального нефтегазового месторождения (питательной среды нейронов для вариантов А, В, С их пространственно-временной организации), млн долл.								
Доход	Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты	Пошлина	ЧТД	Налог	ЧНД	ЧДД 10%	
<b>Вариант А. Показатели силы синаптической связи продуктовых и ресурсных нейронов</b>								
0,00	210,88	0,00	0,00	-210,88	0,00	-210,88	-210,88	
0,00	669,27	0,00	0,00	-669,27	0,00	-669,27	-608,43	
218,03	801,94	28,88	101,94	-714,74	0,00	-714,74	-590,69	
880,82	92,13	97,50	411,86	279,33	55,87	223,47	167,89	
1539,26	92,13	119,91	719,73	607,48	121,50	485,99	331,94	
2197,69	51,01	134,74	1027,61	984,34	196,87	787,47	488,96	
2638,10	0,00	157,00	1233,53	1247,57	249,51	998,05	563,38	
2638,10	0,00	158,07	1233,53	1246,50	249,30	997,20	511,72	
2638,10	0,00	167,99	1233,53	1236,58	247,32	989,26	461,50	
2568,33	0,00	150,93	1200,91	1216,49	243,30	973,19	412,73	
2306,70	0,00	151,95	1078,58	1076,18	215,24	860,94	331,93	
1615,76	0,00	140,13	913,43	562,20	112,44	449,76	157,64	
1366,91	0,00	145,87	772,74	448,29	89,66	358,63	114,27	
1157,72	0,00	135,91	654,49	367,32	73,46	293,86	85,12	
977,39	0,00	122,73	552,54	302,12	60,42	241,70	63,65	
829,52	0,00	110,81	468,95	249,76	49,95	199,81	47,83	
699,68	0,00	107,14	395,55	197,00	39,40	157,60	31,18	
418,37	0,00	63,21	236,51	118,64	23,73	94,92	18,78	
<b>24 690,49</b>	<b>1917,36</b>	<b>1992,77</b>	<b>12 235,44</b>	<b>8544,92</b>	<b>2027,96</b>	<b>6516,96</b>	<b>2378,51</b>	
<b>Вариант В. Показатели силы синаптической связи продуктовых и ресурсных нейронов</b>								
0,00	142,70	0,00	0,00	-142,70	0,00	-142,70	-142,70	
0,00	353,25	0,00	0,00	-353,25	0,00	-353,25	-321,14	
196,22	491,60	21,27	91,75	-408,39	0,00	-408,39	-337,52	
776,17	46,45	71,89	362,92	294,90	58,98	235,92	177,25	
1360,48	46,45	87,42	636,14	590,47	118,09	472,38	322,64	
1748,56	43,52	95,50	817,60	791,94	158,39	633,55	393,39	
1748,56	12,97	109,90	817,60	808,09	161,62	646,47	364,92	
1748,56	0,00	109,18	817,60	821,78	164,36	657,43	337,36	

Окончание табл. 1

Доход	Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты	Пошлина	ЧТД	Налог	ЧНД	ЧДД 10%
1652,63	0,00	115,15	772,74	764,74	152,95	611,79	285,40
1308,15	0,00	97,69	611,67	598,79	119,76	479,03	203,16
902,62	0,00	94,99	422,05	385,58	77,12	308,46	118,93
619,19	0,00	84,64	289,52	245,03	49,01	196,02	68,70
353,45	0,00	87,90	199,81	65,74	13,15	52,59	16,76
245,25	0,00	81,50	138,65	25,10	5,02	20,08	5,82
169,51	20,00	72,85	95,83	-19,17	-3,83	-15,33	-4,04
86,56	147,97	41,85	48,93	-152,19	-30,44	-121,75	-29,15
196,22	20,24	21,27	91,75	62,96	12,59	50,37	9,97
776,17	33,34	71,89	362,92	308,01	61,60	246,41	48,75
1360,48	46,45	87,42	636,14	590,47	118,09	472,38	84,96
1748,56	46,45	95,50	817,60	789,01	157,80	631,21	103,21
1748,56	43,52	109,90	817,60	777,54	155,51	622,03	92,46
1748,56	12,97	109,18	817,60	808,81	161,76	647,05	96,18
1652,63	0,00	115,15	772,74	764,74	152,95	611,79	90,94
1308,15	0,00	97,69	611,67	598,79	119,76	479,03	71,21
902,62	0,00	94,99	422,05	385,58	77,12	308,46	31,32
619,19	0,00	84,64	289,52	245,03	49,01	196,02	18,09
353,45	0,00	87,90	199,81	65,74	13,15	52,59	4,41
245,25	0,00	81,50	138,65	25,10	5,02	20,08	1,53
169,51	0,00	72,85	95,83	0,83	0,17	0,67	0,05
86,56	0,00	41,85	48,93	-4,22	0,00	-4,22	-0,27
<b>25 831,82</b>	<b>1507,87</b>	<b>2343,46</b>	<b>12 245,63</b>	<b>9734,85</b>	<b>2128,68</b>	<b>7606,17</b>	<b>2112,59</b>

**Вариант С. Показатели силы синаптической связи продуктовых и ресурсных нейронов**

0,00	142,70	0,00	0,00	-142,70	0,00	-142,70	-142,70
0,00	353,25	0,00	0,00	-353,25	0,00	-353,25	-321,14
143,90	491,60	21,27	67,28	-436,25	0,00	-436,25	-360,54
584,31	46,45	71,89	273,21	192,75	38,55	154,20	115,86
1020,36	46,45	87,42	477,10	409,38	81,88	327,51	223,69
1456,41	50,90	95,50	680,99	629,01	125,80	503,21	312,45
2226,42	164,21	131,17	1041,04	890,00	178,00	712,00	401,91
2332,87	321,93	181,07	1090,81	739,06	147,81	591,25	303,40
2690,43	46,45	202,57	1258,00	1183,41	236,68	946,73	441,65
2843,05	46,45	193,19	1329,36	1274,04	254,81	1019,23	432,25
2786,36	43,52	204,89	1302,86	1235,09	247,02	988,07	380,95
2524,73	12,97	193,82	1180,52	1137,42	227,48	909,93	318,93
1925,93	0,00	203,05	1088,77	634,11	126,82	507,29	161,64
1503,96	0,00	179,19	850,22	474,54	94,91	379,64	109,97
1125,26	0,00	167,84	636,14	321,29	64,26	257,03	67,68
641,98	0,00	84,64	362,92	194,41	38,88	155,53	37,23
479,68	0,00	87,90	271,17	120,61	24,12	96,48	19,09
357,05	0,00	81,50	201,85	73,70	14,74	58,96	11,67
266,89	0,00	72,85	150,88	43,16	8,63	34,53	6,21
<b>24 909,57</b>	<b>1766,87</b>	<b>2259,76</b>	<b>12 263,14</b>	<b>8619,79</b>	<b>1910,40</b>	<b>6709,39</b>	<b>2520,20</b>

Примечание. Голубым цветом показаны процессы добычи питательного продукта ансамблем продуктовых нейронов, а желтым цветом — процессы потребления питательного продукта ансамблем ресурсных нейронов. Для удобства отображения этих процессов они представлены в единой системе единиц (долл.).

Необходимо отметить, что рассматриваемые динамические процессы добычи и потребления питания взаимодействуют, но не смешиваются. В результате такого представления динамических процессов создаются предпосылки для проявления механизмов самоорганизации нейросемантических структур с максимизацией накапливаемых запасов пи-

тания (чистой дисконтированной прибыли).

На рис. 1 приведены профили текущих и накопленных показателей динамических процессов получения чистой прибыли при дисконте 10% и различных вариантах кооперативного взаимодействия двух нейросемантических ансамблей.

**Рисунок 1**

Профили текущих и накопленных технико-экономических показателей (млн долл.) динамических процессов освоения нефтегазового месторождения при различных значениях временного смещения фазы 2 относительно фазы 1

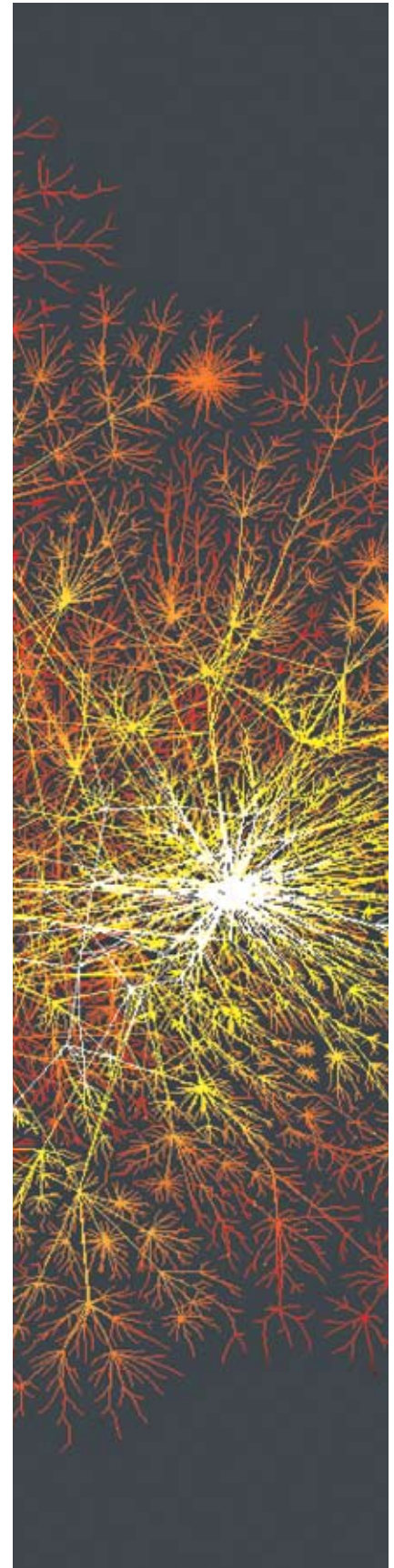
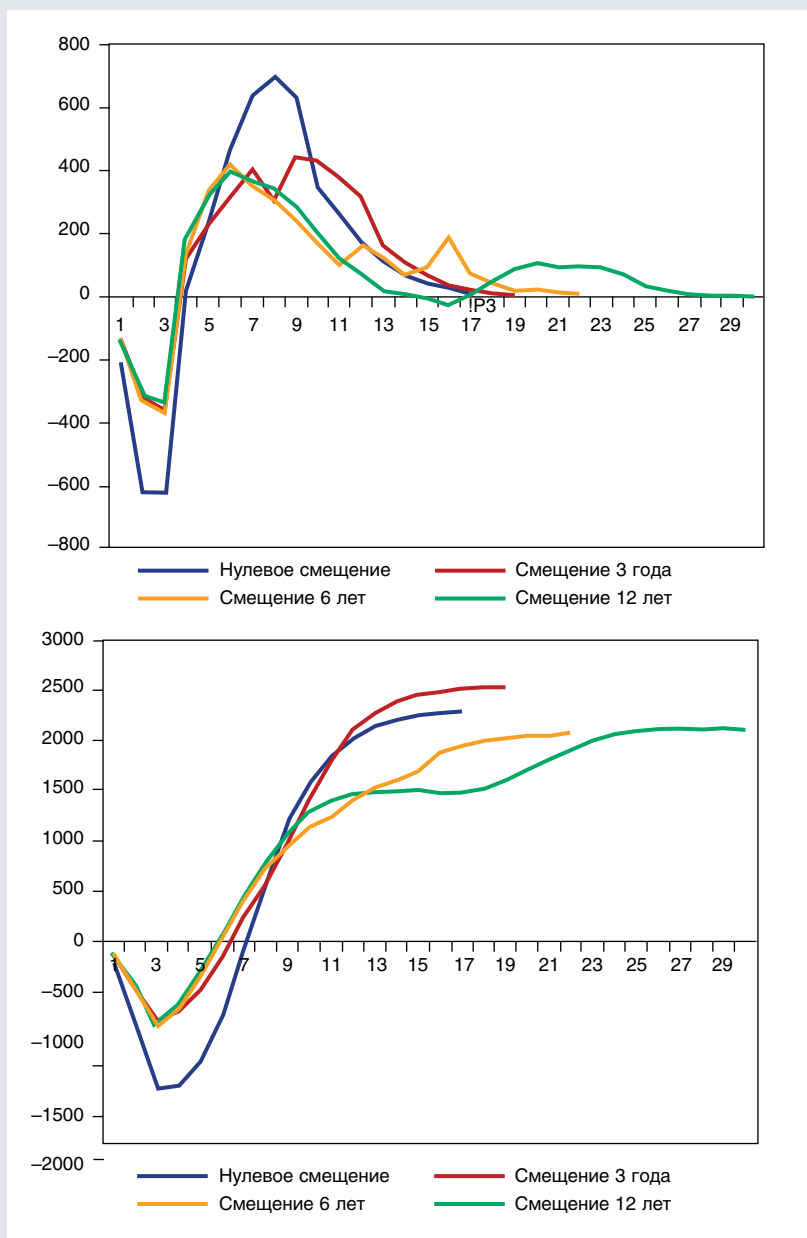
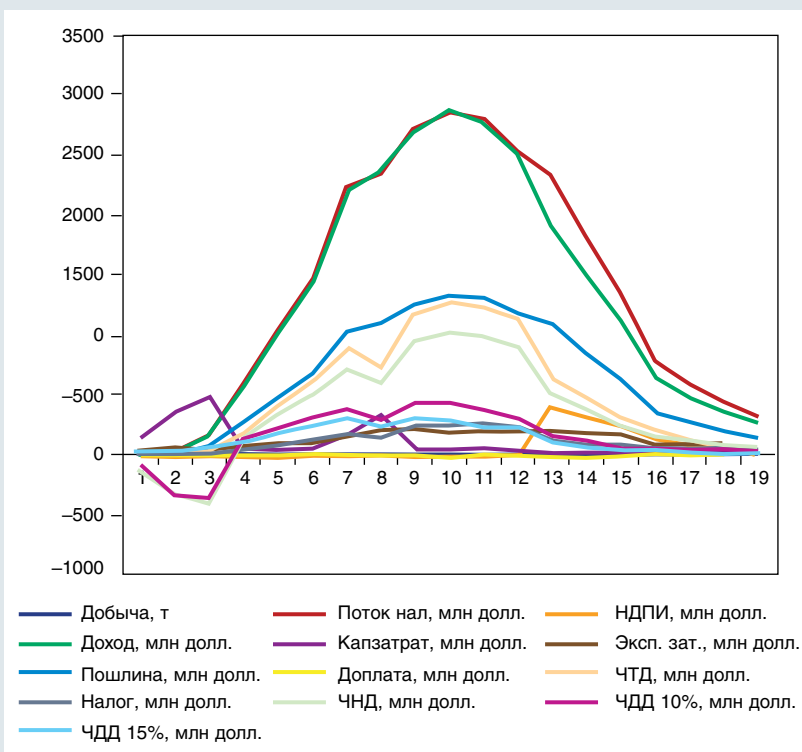


Рисунок 2

Профили текущих показателей моделируемых динамических процессов для варианта С их пространственно-временной организации: ЧТД — чистый текущий доход; ЧНД — чистая недисконтированная прибыль, ЧДД — чистая дисконтированная прибыль



На рис. 2 приведены профили текущих показателей моделируемых динамических процессов применительно к варианту с их пространственно-временной организации. Каждый процесс представлен соответствующим слоем многослойной нейросети.

Из приведенных данных следует, что максимальная чистая прибыль при дисконте 10% соответствует варианту С при временном смещении (на три года) процессов функционирования продуктовых нейронов (соответственно ожидаемая прибыль составляет 2520 млн долл. по сравнению с 2378 и 2112 млн долл. при других вариантах). При этом по сравнению с вариантом А вариант С имеет меньшие отрицательные значения ожидаемой чистой прибыли и несколько более высокое значение накопленной чистой прибыли. Для обеспечения питания нейронов в период отрица-

тельных значений поступления ресурсов необходимы внешние источники питания (внешнее заимствование капитала с последующим возмещением за счет накапливаемой прибыли). Кроме того, снижается максимальное значение входного потока добываемого флюида, поступающего на технологическую платформу для подготовки товарной нефти. Это позволяет снизить проектную производительность оборудования верхнего строения платформы (примерно на 30%) и снизить его стоимость (примерно на 20%). Оптимальным является профиль равномерной загрузки проектной производственной мощности плавучей эксплуатационной платформы.

Вариант В, хотя и демонстрирует более высокое значение накопленной чистой недисконтированной прибыли, при ее дисконтировании в результате увеличе-

ния продолжительности периода освоения имеет значительно более низкий уровень по сравнению с другими вариантами.

Таким образом, определение оптимальной динамики кооперативного взаимодействия нейросемантических ансамблей может являться эффективным инструментом максимизации ожидаемой чистой прибыли при реализации инвестиционных и инновационных проектов. Указанный фактор целесообразно использовать как возможный механизм пространственной и временной самоорганизации динамических процессов рождения, функционирования и гибели компонентов взаимодействующих нейросемантических структур.

Следовательно, при решении задач композиционного моделирования динамических нейросемантических процессов требуется определять оптимальное пространственное и временное распределение процессов производства и потребления питательной среды продуктами и ресурсными нейронами, формируемой их композицией. Совмещение пространственной и временной организации моделируемых процессов позволяет решать минимаксную оптимизационную задачу: минимизация потребления ресурсов при максимизации процесса их добычи. Приведенный пример может также рассматриваться как интерпретация механизма сотрудничества компонентов нейросети с целью достижения максимального кооперативного технико-экономического эффекта.

Указанная задача характерна и для разработки оптимальной стратегии проведения боевых операций с определением момента ввода в действие имеющихся резервов, при планировании антикризисных операций, а также при разработке экономической стратегии развития инновационной экономики и т.д.

Самоорганизацию нейросемантических моделей можно ожидать при интеграции многокомпонентных нелинейных динамических процессов. Повышение экономической эффективности инвестиционных проектов возможно на основе применения так называемых адаптивных регуляторов или адаптивных автоматов. Этот вопрос требует самостоятельного рассмотрения.

## Заключение

В статье рассмотрен возможный вариант эффективного использования интеллектуального капитала общества на основе инновационного продукта в виде предметно-обученных нейросемантических моделей-приложений. Это позволяет покупателям инноваций более объективно оценивать их ожидаемую коммерческую при-

блем обработки слабоструктурированной информации и возможностью создания крупномасштабных баз знаний на основе разработки инструментария автоструктуризации. Однако это не исключает целесообразности использования такой технологии при различных уровнях организации информации. Поэтому на рынке инноваций наряду с традиционными средствами программного обеспечения должны быть также представлены альтернативные нейросемантические технологии российской разработки, что обеспечит возможность эволюционного развития этой технологии с расширением сферы практического применения по мере обеспечения способности обработки как хорошо, так и слабоструктурированной информации. Практическому решению данной задачи должны способствовать

## Динамические процессы производства и потребления питания могут быть интерпретированы как взаимодействие нейросемантических ансамблей.

влекательность и активно участвовать в адаптации моделей к возможным вариантам их практической реализации с учетом интересов пользователей. Также важным свойством таких моделей является высокий уровень структурной организации информации в виде моделей ансамблей математических нейронов. Используя технологии композиционного моделирования, подобные модели можно подвергнуть декомпозиции, результатом чего станут структурные компоненты и композиции новых ансамблей нейронов в соответствии с изменением спроса на инновации на мировом и внутреннем рынках. При этом используется единая форма представления информации, что существенно повышает эффективность процессов ее обработки, интеграции, модификации и хранения.

Перспективы развития нейросемантических технологий связывают с решением актуальных про-

последние достижения в области создания электронных аналогов биологического нейрона.

В России решению проблемы активизации спроса крупного бизнеса на инновации и интеллектуальный капитал могут способствовать меры по обеспечению информационной прозрачности механизмов получения прибыли и сверхприбыли с выделением составляющей, получаемой за счет приобретения интеллектуального капитала. Возможно, следует освободить эту составляющую от налогов или использовать другие механизмы, позволяющие материально заинтересовать крупный бизнес в приобретении и использовании интеллектуального капитала. Также должны создаваться и регулярно обновляться электронные базы текущих цен на материалы, оборудование и услуги, как это делается в экономически развитых странах.

## Литература

1. Лазарев И.А., Хижа Г.С., Лазарев К.И. Новая информационная экономика и сетевые механизмы развития. 2-е изд., доп. М.: Издательский дом Дашков и К, 2007. 244 с.
2. Лазарев И.А. Информация и безопасность. Композиционная технология информационного моделирования сложных объектов принятия решений. М.: Московский городской центр научно-технической информации, 1997. 336 с.
3. Лазарев И.А. Композиционное проектирование сложных агрегативных систем. М.: Радио и связь, 1986. 312 с.
4. Лазарев И.А. Синтез структуры систем электроснабжения летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1976. 256 с.
5. Лазарев И.А. Технология композиционного информационного моделирования как основа обеспечения самоподдерживающего развития в информационном обществе // Компьютер. 1999. № (31). С. 16–19.
6. Лазарев И.А., Лазарев К.И. Информационная экономика (Экономика информационного общества). Сер. «Учебники экономико-аналитического института МИФИ». М.: МИФИ, 1999. 172 с.
7. Лазарев И.А. Композиционная технология моделирования функциональных объектов информационной экономики. Материалы 5-й Международной конференции «Информационное общество, информационные ресурсы и технологии коммуникаций», 22–24 ноября 2000 г. С. 202–205.
8. Разработка перспективной композиционной технологии технико-экономического моделирования проектов освоения нефтяных месторождений. Отчет по НИР № 883-2. 2001.
9. Бородакин В.И. Концепция построения искусственного разума на базе нейросемантического подхода. Институт проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова. <http://technomag.edu.ru/data/643/628/1234/1Zelenograd.ppt>.