

ISSN 2077-3153

НАУЧНАЯ ПЕРСПЕКТИВА

Научно-аналитический журнал



В номере

Влияние налоговой политики на развитие
малого бизнеса

Модели и методы диагностирования цифровых
комбинационных схем

Нейросетевой анализ коррозионного
повреждения трубных сталей нефтяного
назначения

3/2012

Научная перспектива

Научно-аналитический журнал

Периодичность – один раз в месяц

№ 3 / 2012

Учредитель и издатель

Издательство «Инфинити»

Главный редактор

Хисматуллин Дамир Равильевич

Редакционный совет

Р.Р.Ахмадеев

И.В.Савельев

И.С.Гинзбург

А.Ю.Сафронов

И.Ю.Хайретдинов

К.А.Ходарцевич

В.К.Зарянин

Точка зрения редакции может не совпадать с точкой зрения авторов публикуемых статей. Ответственность за достоверность информации, изложенной в статьях, несут авторы.

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале «Научная перспектива», допускается только с письменного разрешения редакции.

Адрес редакции:

450054, Уфа, Пр.Октября, 84, а/я 28

Адрес в Internet: www.naupers.ru

E-mail: post@naupers.ru

© Журнал «Научная перспектива»

© ООО «Инфинити»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Министерства связи и массовых коммуникаций Российской Федерации)

Свидетельство о государственной регистрации **ПИ №ФС 77-38591**

ISSN 2077-3153 печатная версия

ISSN 2219-1437 электронная версия в сети Интернет

Тираж 750 экз. Цена свободная.

Отпечатано в типографии «Принтекс»

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

- А.М. Рахимов.* Некоторые аспекты экономического роста в отраслях промышленности Согдийской области Республики Таджикистан 5
- Е.М. Зинова.* Влияние налоговой политики на развитие малого бизнеса 8
- Г.Г. Сафина.* Обзор актуальных мировых и российских источников литературы на тему: «Реальные опционы в управлении компанией» 11

ПЕДАГОГИКА

- Б.Б. Демешев.* Инновационный подход к преподаванию теории вероятностей студентам нематематических направлений 14
- Д.С. Казакова.* Моделирование работы профессорско-преподавательского состава высшего учебного заведения 16
- Е.В. Федорова.* Исследования процесса профессиональной адаптации военнослужащих проходящих службу по контракту к оперативно-служебной деятельности в условиях подразделения 18

МАТЕМАТИКА

- А.В. Матвеев, Г.А. Пюкке.* Модели и методы диагностирования цифровых комбинационных схем 21
- Н.В. Шилова.* Эстетический потенциал в геометрии 28
- Ю.В. Сутягина.* Нестандартные занимательные задачи по математике 29

<i>А.А.Ращепкина, Т.С.Полякова.</i> Использование современных компьютерных технологий в процессе изучения геометрических фигур	31
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>К.А.Муравьев.</i> Нейросетевой анализ коррозионного повреждения трубных сталей нефтяного назначения	33
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<i>А.В.Шишея, В.С.Марков.</i> Технология интеллектуальной энергосистемы – будущее мировой энергетики	40
------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<i>С.В.Клюев.</i> Разработка протокола защищённого обмена видеoinформацией с использованием отечественного алгоритма шифрования	43
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ХИМИЯ И БИОЛОГИЯ

<i>М.А. Трофимова, Цветов Н.С.</i> О термодинамическом моделировании химического равновесия в системе уксусная кислота – этанол – этилацетат – вода	45
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В ОТРАСЛЯХ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СОГДИЙСКОЙ ОБЛАСТИ
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН**

Абдулатиф Маджидович РАХИМОВ

*д.э.н., декан факультета «Финансы и экономика рынка»
Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова*

Одним из необходимых условий повышения уровня жизни населения является устойчивое развитие экономики. Поступательное развитие национальной экономики зависит от эффективности функционирования экономики областей, городов и районов. Поэтому есть необходимость анализировать тенденции развития регионов страны, выявить его особенности и определить насколько положительным является степень влияние факторов, влияющих на развитие экономики. Данную проблему мы попытаемся рассмотреть на примере Согдийской области.

Таблица 1. Динамика экономических показателей Согдийской области, в процентах к предыдущему году [4,с.16]

	2000	2002	2004	2006	2008	2010
ВРП	105,5	108,0	107,6	106,9	107,7	107,1
Продукция промышленности	108,6	108,1	106,7	101,0	104,3	122,8
Продукция сельского хозяйства	121,0	106,0	101,5	100,5	97,8	108,1
Платные услуги	131,0	3,3 раза	109,5	113,3	123,9	119,4

Как видно из таблицы 1 все основные показатели, характеризующие развитие экономики области, т.е. валовой региональный продукт (ВРП), объем продукции промышленности, сельского хозяйства, платные услуги имеют тенденцию к росту. Анализ темпов экономического роста показывают, что нет четкой тенденции роста этих показателей. Увеличение объема производства промышленности в 2006 году в сравнении с предыдущим годом равно 101,0%, тогда как средний темп роста за период 2000-2010гг., составляет 108,6%. В 2008 году объем производства сельского хозяйства снизилось

на 2,2%. Среднее значение данного показателя за исследуемый период равно 105,8%. Объем платных услуг населению в 2002 году вырос в 3,3 раза. В 2010 году данный показатель равно 110%. [4,с.8-12; 5,с.8-12; 6,с.8-12; 7,с.8-12; 8,с.8-12] Можно сделать вывод, что в экономике Согдийской области хоть и наблюдается рост основных экономических показателей, однако в темпах роста этих показателей в сравнении с предыдущим годом устойчивого роста нет

Анализ динамики структуры ВРП показывают, что за период 2004-2010 гг. наблюдается снижение доли промышленности в производстве ВРП с 45 до 29,5%, тогда как доля других отраслей экономики увеличиваются. Например, доля сельского хозяйства повышается с 41,4 до 47,3%, а доля платных услуг выросло с 19 до 26%. [1,с.124; 2,с.45]. Значит, неустойчивость темпов экономического роста в Согдийской области в основном связано с проблемами, которые существуют в сфере промышленного производства. Проанализируем более подробно развития отрасли промышленности экономики области.

Статистические данные показывают, что в Согдийской области значительная доля объема промышленной продукции приходится на такие отрасли промышленности как легкая, пищевая и цветная металлургия. В 2010 году в этих отраслях производилось около 86% промышленной продукции Согдийской области. Значит, можно сделать вывод темпы экономического роста области во многом определяется эффективностью функционирования этих отраслей. [1,с.124] Поэтому объектом анализа данной статьи будут вышеперечисленные отрасли

промышленности.

Как видно из таблицы 2 темпы роста в рассматриваемых отраслях промышленности неодинаковы. Например, рост объемов производства в пищевой отрасли и цветной металлургии выше, нежели в легкой промышленности соответственно в 2,7 и 4,2 раза. Первый общий вывод заключается в том, отсутствия устойчивой тенденции темпов роста промышленного производства связано проблемами в сфере производства легкой промышленности.

Однако для выработки предложения по развитию промышленности необходимо выявление факторов или условий, препятствующих эффективно использованию ресурсов отрасли.

Для устойчивого развития любой экономики необходимо пропорциональное увеличение всех факторов производства. Постоянство или уменьшение хотя бы одного из факторов производства, свидетельствует о том, что производственный потенциал используется не полностью. В этом случае проявляется закона убывающей отдачи от использования капитала. Поэтому при анализе любых процессов в экономике необходимо ответить на вопрос используются ли эффективно существующие ресурсы в экономике?

Известно, что в экономике республики Таджикистан одним из источников получения конкурентных преимуществ является рабочая сила. Для получения конкурентных преимуществ по данному фактору в Республике Таджикистан также и Согдийской области имеются следующие предпосылки:

- предложения рабочей силы на рынке труда в несколько раз превышает спрос на нее. В 2010 году нагрузка незанятого населения на одну заявленную вакансию равно 5,4;

- низкая стоимость рабочей силы (среднемесячная заработная плата одного работника в 2010 г. составило 258,8 сомони). [4,с.8,116]

Поэтому особого рассмотрение требует вопросы эффективного использования трудовых ресурсов и их вовлечения в производственный процесс.

Как видно из таблицы 2 во всех отраслях промышленности за исследуемый период наблюдается существенный рост показателя производительности труда. Например, показатель эффективного использования труда в легкой промышленности и пищевой отрасли вырос в 3 раза, в цветной металлургии в 6 раз. Из этой же таблицы видно, что

в рассматриваемых отраслях промышленности за период 2002-2010гг. наблюдается значительное уменьшения количества работников, тогда как все предприятия в принципе должны быть заинтересованы в увеличении количества рабочей силы, так как каждый новый рабочий создает новую стоимость, значит, увеличивается и общий объем прибыли. Например, в легкой промышленности количества труда снижается на 54,4%, пищевой отрасли на 55,4%, в цветной металлургии – 2,2%.

Таблица 2. Динамика объем производства, количества работников и производительности труда в некоторых отраслях промышленности Согдийской области за период 2002-2010 гг. [1,с.124; 2,с.45]

	2002	2010	Динамика за период 2002-2010 гг., в %
Легкая промышленность			
Доля в производстве промышленности, в %	49,4	25,3	51,2
Объем производства, тыс. сомон	307402	429970	139,8
Количества работников, чел	11766	5368	45,6
Количества предприятий, человек	56	58	103,5
Производительность труда, тыс./чел	26,1	80,1	306,8
Пищевая отрасль			
Доля в производстве промышленности, в %	27,8	37,6	135,2
Объем производства, тыс. сомон	172665	636849	368,8
Количества работников, чел	7476	3337	44,6
Количества предприятий, человек	120	242	201,6
Производительность труда, тыс./чел	62,3	190,8	306,2
Цветная металлургия			
Доля в производстве промышленности, в %	10,8	23	212,9
Объем производства, тыс. сомон	66476	390886	588
Количества работников, чел	4816	4713	97,8
Количества предприятий, человек	7	9	128,6
Производительность труда, тыс./чел	13,8	82,9	600,7

В экономической теории производительность труда характеризуется как эффективное использование труда посредством внедрения новой техники, технологии и повышении квалификации работников. То есть, то же самое число работников выпускает больше продукции. Как было отмечено выше, во всех рассматриваемых отраслях промышленности рост показателя эффективного использования труда происходит при снижении количества работников. Это означает, что в отраслях уровень технического состояния основного капитала не позволяют предприятиям производить максимальный объем продукции за счет увеличения личных факторов производства. В этих условиях единственным способом уменьшения себестоимости продукции является снижение переменных затрат, а именно расходы на содержание рабочей силы, что мы и наблюдаем в отраслях промышленности. Если учесть, что каждая рабочая сила является средством для производ-

ства новой стоимости, то можно сделать вывод, что одной из причин низких темпов роста промышленности является отсутствие условий для расширенного воспроизводства посредством использования новейших технологий и большего количества труда.

Значит, в отраслях промышленности не созданы условия для эффективного использования труда, поэтому в общем, объеме созданной стоимости доля стоимости рабочей силы растет быстрее, нежели доля новой стоимости. Рост количества рабочих приводит к увеличению издержек производства, снижается уровень конкурентоспособности продукции, вследствие чего реализация товара на рынке становится проблематичным.

Одним из условий для повышения эффективности производства является уровень конкуренции между товаропроизводителями. Предприятиям для преодоления сил конкуренции и реализации производимой продукции необходимо существенно повысить качество производимой продукции. Конкуренция сопровождается соперничеством между фирмами за увеличение объемов производства, расширение рынков сбыта, за источники получения сырья и материалов. Поэтому одним из факторов, влияющих на уровень конкуренции соперничающих фирм, является число конкурентов, их способность воздействовать на рынок.

Незначительное увеличение количества предприятий в отрасли легкой промышленности и цветной металлургии (на 2 единицы) свидетельствует о том, что рынок распределен между товаропроизводителями и уровень конкуренции не повышается.

Поэтому рыночный стимул для поиска новых форм хозяйствования, производства конкурентоспособных товаров посредством снижения издержек производства на основе внедрения новых технологий отсутствуют.

По-другому обстоят дела в пищевой отрасли. Как видно из таблицы 2 количество предприятий в отрасли за исследуемый период возрос на 122 единицы, что свидетельствует о высоком уровне конкуренции и отсутствии существенных преград для вхождения на рынок новым производителям. Рост количества производителей с одной стороны и снижение количества работающих с другой, говорит о том, что на рынке пищевой отрасли наблюдается в основном ценовая конкуренция. Снижения издержек производства достигается за счет уменьшения расходов на содержание рабочей силы. В этом случае величина получаемой прибыли производителями является минимальным из-за снижения количества фактора производства (труда), создающая, новую стоимость. Однако, такая стратегия действий позволяют предприятиям функционировать на рынке и получать прибыль, хотя и минимальную.

В дальнейшем для эффективного развития промышленности Согдийской области необходимо создать условия для более эффективного использования количества рабочей силы. Рабочие места должны быть оснащены современными оборудованием и технологиями. Это является главным условием для производства полезности, признаваемой на рынке. ■

Библиографический список

1. *Промышленность Таджикистан Статистический сборник- Душанбе, 2011 – 243 с*
2. *Промышленность Таджикистан Статистический сборник- Душанбе, 2004-116с*
3. *Промышленность Таджикистан Статистический сборник- Душанбе, 2006-120с.*
4. *20 лет государственной независимости. Статистический сборник Согдийской области.-Худжанд,2011., – 462 с.*
5. *Статистический ежегодник Согдийской области.-Худжанд,2005-232с.*
6. *Статистический ежегодник Согдийской области.-Худжанд,2006-227с.*
7. *Статистический ежегодник Согдийской области.-Худжанд,2007-229с.*
8. *Статистический ежегодник Согдийской области.-Худжанд,2008-228с.*

ПРЕДПОСЫЛКИ И ЭТАПЫ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Елена Михайловна ЗИНОВА

Всероссийский заочный финансово-экономический институт

Ключевые слова: субъекты малого предпринимательства, налоговая система, налоговые льготы, специальные налоговые режимы.

Развитие малого предпринимательства в России является одним из важнейших направлений решения экономических и социальных проблем на федеральном и региональном уровне. Малый бизнес занимает особое место в экономике, так как это одна из сил, которая помогает продвигать экономику любой страны. Малый бизнес решает проблему занятости, создает устойчивое экономическое развитие государства. Особенности состояния и развития малого бизнеса на нынешнем этапе определяются, прежде всего, результатами экономической политики государства и состоянием соответствующего ей хозяйственного права.

Большое влияние на развитие малого предпринимательства оказывает налогообложение. Определяя объём взимаемых налогов с субъектов малого предпринимательства, государство оказывает воздействие на объём финансовых ресурсов, используемых субъектами малого предпринимательства, на простое или расширенное воспроизводство, на уровень занятости, а также на уровень поступлений налогов в бюджет.

Малый бизнес – это предпринимательская деятельность, осуществляемая субъектами рыночной экономики при определенных установленных законами, государственными органами или другими представительными организациями критериях (показателях), конституирующих сущность этого понятия.

Согласно данным Росстата и ФНС России данных в настоящее время в Российской Федерации осуществляют деятельность 5 605 883 субъекта малого и среднего предпринимательства, в том числе:

- 1 374 777 микропредприятий (в соответствии с Федеральным законом № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства» статистиче-

ское обследование микропредприятий осуществляется один раз в год) – количество работников до 15 человек и годовой оборот до 60 млн. рублей;

- 227 744 малых компаний – количество работников от 16 до 100 человек и годовой оборот до 400 млн. рублей;

- 18 012 средних компаний – количество работников от 101 до 250 человек и годовой оборот до 1 000 млн. рублей;

- 3 985 350 индивидуальных предпринимателей.

Отраслевое распределение малых и средних предприятий (за исключением индивидуальных предпринимателей, действующих, как правило, в сфере торговли и бытовых услуг) характеризуется высокой долей предприятий оптовой и розничной торговли, которые составляют по итогам 2009 года 662 462 или 41% от всех юридических лиц (42% - в 2008 году). Такие компании предоставляют 28,6% рабочих мест в секторе малых компаний (3 505,0 тыс. человек).

Второй по численности субъектов малого и среднего предпринимательства вид деятельности – это предоставление услуг, в него вовлечено 290 150 компаний – это 18%. В указанной сфере занято 16% работников – около 2 000,0 тыс. человек.

Третья отрасль, в которой представлено значительное число малых и средних компаний – это строительство: 195 961 компания (12%), которые предоставляют рабочие места для 1 800,0 работников (14,6%).

На четвертом месте по числу действующих малых и средних компаний – обрабатывающие производство – 10,5% компаний и 2 000,0 тыс. занятых работников (17%).

Для эффективного функционирования рыночного хозяйства необходимым условием является формирование конкурентной среды путем развития предпринимательства, в том числе малого бизнеса. Подобная форма предпринимательства обладает

достоинствами: это гибкость и моментальная приспособляемость к конъюнктуре рынка, способность быстро изменять структуру производства, быстро создавать и оперативно применять новые технологии и научные разработки; это также дух инициативы, предприимчивость и динамизм. Немаловажным является тот факт, что за счет налоговых и иных поступлений от хозяйственной деятельности малых предприятий в значительной мере формируются бюджеты в субъектах РФ.

Развитие налогообложения малого бизнеса связано с выходом в свет постановления Правительства РФ от 11 мая 1993 г. № 446 «О первоочередных мерах по развитию и государственной поддержке малого предпринимательства в Российской Федерации». Предусматривались комплекс первоочередных мер по стимулированию и государственной поддержке малых предприятий, а также налоговые льготы для малых предприятий, работающих на приоритетных направлениях.

С января 1996 г., начал действовать Федеральный закон № 222-ФЗ «Об упрощенной системе налогообложения, учета и отчетности для субъектов малого предпринимательства», в котором большая роль отводилась налоговым вопросам. Цель этого Закона - максимально упростить бухгалтерский учет, составление налоговой отчетности и процедуру уплаты налогов, а также ввести единый налог. [3] На этой основе Правительство РФ пыталось вывести из «теневых оборотов» субъекты малого предпринимательства с численностью до 15 человек, расширив тем самым налоговую базу. Спустя два с лишним года был принят Федеральный закон от 31 июля 1998 г. № 148-ФЗ «О едином налоге на вмененный доход для определенных видов деятельности», который также затронул налогообложения субъектов малого предпринимательства.

С принятием федеральных законов 1996 и 1998 гг. налоговая политика в отношении субъектов малого бизнеса стала развиваться по двум направлениям.

Первое направление - введение упрощенной системы учета, отчетности и налогообложения путем введения единого налога:

- на совокупный доход и валовую выручку;
- на вмененный доход для отдельных видов деятельности.

Второе направление - предоставление на определенных условиях и на определенный срок в целях стимулирования развития малых предприятий специальных налоговых льгот:

- снижения налоговой ставки;
- установления налогового минимума;
- исключения из объекта отдельных его элементов;
- налогового кредита - освобождения налогоплательщика от уплаты налога на конкретный период на возвратной основе.

Решающий шаг в развитии налогообложения малого бизнеса сыграло введение в Налоговый кодекс РФ раздела VIII «Специальные налоговые ре-

жимы», который установил:

- систему налогообложения для сельскохозяйственных товаропроизводителей (Единый сельскохозяйственный налог) в соответствии с Федеральным законом от 1 ноября 2003 г. № 147-ФЗ, вступивший в силу с 1 января 2004 г.;
- упрощенную систему налогообложения (УСН), введенную 24 июля 2002 г. № 104-ФЗ;
- единый налог на вмененный доход для отдельных видов деятельности (ЕНВД), введенный 24 июля 2002 г. № 104-ФЗ.

Все эти три системы затронули малый бизнес и создали более стабильные условия его развития.

В настоящее время для субъектов малых предприятий и индивидуальных предпринимателей России действуют два вида режимов налогообложения:

- общий, установленный для всех налоговых субъектов, в том числе и для малого бизнеса;
- специальные режимы, распространенные прежде всего на малый бизнес.

В настоящий момент приоритетным является использование специальных налоговых режимов как инструментов налогового регулирования, о чем говорится в Основных направлениях налоговой политики РФ на 2010 г. и на плановый период 2011 и 2012 гг. как стимулирование сферы малого и среднего бизнеса и сельскохозяйственного производства. [5]. К позитивным моментам применения специальных режимов как инструмента налогового регулирования можно отнести следующие:

- возможность значительного снижения налоговой нагрузки на определенные сферы экономики;
- повышение инвестиционной активности населения и малого бизнеса;
- отказ от использования схем уклонения от уплаты налогов по общей системе налогообложения с целью минимизации выплачиваемых государству средств.

Налоговая политика 2012—2014 годов будет направлена на совершенствование налоговой системы по многим направлениям. Стимулирование инновационных технологий и решений проявится в снижении ставки уплаты страховых взносов до 20% вместо 26% и до 30% вместо 34%, действующей в 2011 году. Произойдет увеличение списка налоговых льгот по социально-значимым расходам и благотворительной деятельности. Акцизное налогообложение пойдет по пути увеличения ставки налогов с опережением темпов инфляции на подакцизные товары: алкоголь и табак, причиняющие вред здоровью. В части реформирования системы налогообложения в виде единого налога на вмененный доход для отдельных видов деятельности и упрощенной системы налогообложения на основе патента планируется:

- с 2012 года ввести в действие новую главу 265 «Патентная система налогообложения» НК РФ (данный режим предназначен для применения ИП);
- постепенное сокращение сферы применения ЕНВД. Так, с 1 января 2013 года из перечня видов пред-

принимательской деятельности, которые могут быть переведены на уплату ЕНВД, исключаются розничная торговля, осуществляемая через магазины и павильоны с площадью торгового зала не более 150 квадратных метров по каждому объекту организации торговли, оказание услуг общественного питания, осуществляемых через объекты организации общественного питания с площадью зала обслуживания посетителей не более 150 квадратных метров по каждому объекту организации общественного питания. С 1 января 2014 года ЕНВД для отдельных видов деятельности отменяется. [6] Налоговая политика во многом определяет ход и направления хозяйственно-финансовых процессов, государство должно учитывать реакцию эко-

номических институтов на те или иные налоговые воздействия. Совершенствуя систему налогов и налоговых льгот, оно сдерживает или стимулирует определенные экономические тенденции, развитие различных отраслей хозяйства или отдельных товаропроизводителей, что, в конечном счете, сказывается на состоянии экономики и жизненном уровне населения. Малые предприятия включают в процесс общественного производства дополнительный труд, который создает новые ценности, приумножает национальный доход и национальное богатство. Малое предпринимательство является таким источником развития, от которого Россия не может отказаться ни сейчас, ни в будущем. ■

Библиографический список

1. *Официальный сайт СТАТИСТИКА.ру: Госкомстат, Росстат и государственные службы статистики РФ.*
2. *Официальный сайт Федеральной налоговой службы «www.nalog.ru»*
3. *Федеральный закон № 222-ФЗ «Об упрощенной системе налогообложения, учета и отчетности для субъектов малого предпринимательства».*
4. *Налоговый кодекс Российской Федерации, часть вторая от 5 авг.2000 №117-ФЗ (в редакции от 06 декабря 2011 года).*
5. *“Основные направления налоговой политики РФ на 2010 год и на плановый период 2011 и 2012 годов”*
6. *“Основные направления налоговой политики РФ на 2012 год и на плановый период 2013 и 2014 годов”*

ОБЗОР АКТУАЛЬНЫХ МИРОВЫХ И РОССИЙСКИХ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ НА ТЕМУ: «РЕАЛЬНЫЕ ОПЦИОНЫ В УПРАВЛЕНИИ КОМПАНИЕЙ»

Гульназ Гумаровна САФИНА

Казанский (Приволжский) федеральный университет

На сегодняшний день в мировой экономической литературе накоплено достаточно большое количество источников по теоретическому и практическому применению теории реальных опционов. В данной статье будет рассмотрен ряд актуальных источников и вкратце раскрыта сущность положений изученных работ авторов. Статья будет полезна тем, кто глубоко изучает тему реальных опционов и поможет им сориентироваться.

Наиболее ранняя известная статья о реальных опционах - неопубликованная работа Октавио Туруиньо (Octavio A. F. Tourinho, «The Option Value of Reserves of Natural Resources», Working Paper, University of California at Berkeley, September 1979). В 1986 году Ленос Тригеоргис защитил в Гарварде докторскую диссертацию по тематике реальных опционов (Lenos Trigeorgis, «Valuing Real Investment Opportunities: An Options Approach to Strategic Capital Budgeting», Harvard University Doctoral Dissertation, 1986). К классическим трудам, посвященным опционному подходу в теории инвестирования, без сомнения можно отнести Ингерсолла, Росса, Диксита и Пиндайка [17, с. 55]. Эти авторы, основываясь на теории стохастических процессов вывели аналитические формулы, описывающие поведение рационального инвестора.

Развитию теории реальных опционов также посвящен и ряд других работ. Так, МакДональд и Сигель в своей работе анализировали безвозвратные инвестиции в предположении того, что выигрыши и начальные издержки инвестирования подчиняются стохастическим процессам [19, с. 25]. Используя технику опционного ценообразования они наглядно продемонстрировали, что проект будет принят лишь когда его чистая приведенная стоимость достаточно велика. Кукерман, Бернанк и Демере занимались разработкой соответствующих моделей, позволяющих оценить влияние постоянно прибывающей информации на отсрочку инвестирования. Достаточно полный обзор существующих на сегодняшний день моделей в рамках теории реальных опционов представлен в работе Шика. Наряду

с чисто теоретическими работами, в этой области имеется также ряд эмпирических исследований в области электроэнергетики (Гербелот), недвижимости (Титман), ресурсодобывающих отраслей (Паддок, Сигель, Смит, Туруиньо и другие). Дж.Ройер, Т.Тонг, М.Пенг изучая опционы роста пришли к выводу, что доля стоимости опционов роста в стоимости фирмы выше для высокотехнологичных фирм, а также в таких отраслях, как электроника (54%), инструменты измерения и анализа (48%). Промышленное машиностроение (45%). И наоборот, фирмы в низкотехнологичных областях характеризуются более низкой долей стоимости опционов роста в стоимости фирмы. Этот показатель составил 12% для отрасли промышленных материалов, 20% для производства мебели и 22% для текстильной промышленности. Авторы изучали также влияние НИОКР, совместных предприятий и международных совместных предприятий на стоимость опционов роста фирмы [20, с. 17; 21, с. 873]. А.Алимов провел исследование опционов роста в биотехнологии и выявил интересные закономерности. Он показал, что когда фирма исполняет опцион по производству нового медицинского препарата, риск, характеризующий компанию, уменьшается. И наоборот, когда компания приобретает новый опцион роста, ее риск возрастает. Капиталовложения, расширение производства и слияния с другими предприятиями, при которых компания приобретает инфраструктуру и продукцию других фирм, превращают опцион роста в активы и снижают риск компании [14, с. 1].

Р.Кэмпбелл и Р.Крауссл анализируют характеристики опциона на задержку при поглощении банков в США. Они утверждают, что в том случае, когда менеджеры поглощающей структуры нацелены на ее расширение, за первым отвергнутым предложением о цене поглощаемого банка, скорее всего последует второе, более щедрое. Таким образом, поглощаемому банку выгодно отклонить первоначальное предложение и воспользоваться опционом на задержку, заняв выжидательную позицию. Согласно расчетам авторов, чем выше стоимость

первоначального предложения, тем более ценен опцион на задержку, и чем более длителен период до принятия предложения о поглощении, тем большей стоимостью обладает опцион. На основании выборки около 500 поглощений исследователи вычислили стоимость опциона на задержку: она равна 12,5% от суммы предложения о поглощении. В случае если несколько фирм делают предложения о поглощении, стоимость опциона возрастает до 18,43%. Волатильность банковской отрасли является фактором, оказывающим наибольшее воздействие на стоимость опциона на задержку [16, с.4]. Опцион выхода интересовал таких авторов как Е.Кларк, М.Гадад и других, в свою очередь, авторы на примере статистики о закрытии компаний в Великобритании показали, что в большинстве случаев менеджеры неправильно оценивают стоимость опционов выхода, при этом, в случае переоценки опциона выхода менеджеры имеют тенденцию закрывать проекты раньше оптимального срока. Среди факторов, влияющих на решение о закрытии проекта, исследователи выделяют: информационную асимметрию, налоги, а также неэффективное управление.

Самым первым исследованием, в котором принималась попытка оценить несколько опционов в совокупности, была работа Геске, в которой впервые дается аналитическая формула для оценки сложных опционов (compound options – опционы на опцион) [18, с. 15]. Методика, предложенная Геске, была развита в статье Аглиарди [12, с. 23], в которой автор получает аналитическое выражение для оценки двух последовательных реальных опционов на расширение, а также в работе Аглиарди [13, с. 34], которая дает аналитическое решение для оценки комбинации опционов на уменьшение и увеличение масштабов проекта, основываясь на том же математическом аппарате, с помощью которого была получена формула Блэка-Шоулза. Однако и здесь сложность используемого математического аппарата является препятствием для его практического применения. Самая ранняя статья, посвященная взаимодействующим реальным опционам, датируется 1991 годом [22, с. 310]. В ней один из основоположников данной теории, Л. Тригеоргис, предлагает алгоритм для оценки взаимодействующих реальных опционов и сравнивает предложенный алгоритм с существующими методами оценки. Следующая статья, посвященная рассматриваемой тематике, — это более поздняя статья того же автора [23, с. 15]. В ней с использованием предложенного ранее метода проводится более подробный анализ оценки инвестиционных проектов с множественными реальными опционами, а также более детально раскрываются причины их взаимодействия. Основной вывод, к которому приходит автор, — что стоимость реальных опционов вместе не равна сумме стоимостей реальных опционов по отдельности (чаще всего она меньше, но встречаются случаи, когда она может быть и больше). Еще одной статьей на данную тему является работа М. Боуи и Динг Лан Ли [15, с. 10]. В ней проводится тестирование модели, пред-

ложенной Л. Тригеоргисом, на примере реального инфраструктурного проекта по строительству железнодорожной магистрали на Тайване. Основным преимуществом данной статьи является то, что авторы использовали реальные численные данные, а не проводили симуляции: это позволило протестировать метод оценки реальных опционов, предложенный Л. Тригеоргисом, на практике.

Вопросами применения метода реальных опционов также активно занимаются российские ученые. А.В.Бухвалов в своей статье «Реальные опционы в менеджменте: классификация и приложения» описывает то, как концепция реальных опционов изменяет традиционный взгляд на многие ключевые вопросы теории менеджмента [3, с. 25]. Представляет результаты классификации реальных опционов и в статье приведены примеры применения реальных опционов к оцениванию торговой марки как актива и принятию решений о капиталовложениях в информационные технологии. Непосредственно вопросом взаимодействия реальных опционов на примере девелоперских проектов в России занимались Н.Н.Зубцов и Н.К.Пирогов, они сделали попытку рассмотреть взаимодействие нескольких реальных опционов на примере инвестиционного проекта на бурно развивающемся российском рынке недвижимости [8, с. 15; 9, с. 45]. С помощью построенной финансовой модели и используя метод симуляций, авторы оценили премию за наличие управленческой гибкости в типичном девелоперском проекте. Для построения модели был использован подход, предложенный Тригеоргисом.

Вызывают немалый интерес реальные опционы в малом бизнесе, так например, А.В.Апполонов опубликовал ряд статей на тему «Примеры использования реальных опционов в малом бизнесе», в своем первом труде он анализирует использование метода реальных опционов в компьютерном бизнесе [1, с. 105, 2, с. 120]. В результате он приходит к выводу, что деятельность компании насыщена реальными опционами, надо видеть их и строить работу фирмы максимально используя их преимущества.

Российскими учеными изучается возможность использования реальных опционов в различных сферах деятельности. Н.В.Горелая приводит в своей статье краткий обзор существующих подходов к оценке стоимости компаний, обозначает некоторые пути совершенствования методологии оценки банков, в том числе с использованием метода реальных опционов, однако, автор отмечает малую применимость метода реальных опционов для оценки стоимости коммерческого банка, так как в большинстве стран мира существуют обязательные экономические нормативы, ограничивающие объем операций на одного заемщика, задающие пределы концентрации активов банка и, соответственно, прибыль от сделки в случае ее удачного исхода [6, с.3]. А.И.Фаттахова в своей статье рассматривает возможность использования метода реальных опционов при оценке инвестиционных проектов в строительстве [10, с. 78]. Как один из выводов – тео-

рия реальных опционов особенно интересна для России, так как проекты, осуществляемые в российских условиях, содержат в себе относительно большой риск, но одновременно они содержат и больше возможностей, которые не оценивает классическая теория оценки инвестиций. Е.Н.Ветрова рассматривает такую область, как судостроение и отмечает следующую проблему, что необходимость мобилизации многомиллиардного капитала, обеспечения эффективного управления им в условиях высокой неопределенности, выстраивания надежных технологических цепочек делает реализацию судостроительных проектов высокорискованной, а следовательно, и малопривлекательной в инвестиционном отношении [4, с. 58]. Одной из причин низкой инвестиционной привлекательности наукоемких, продолжительных проектов судостроительной отрасли является неточность применяемых методов инвестиционного анализа, эту проблему предлагается решать с использованием в разработ-

ке и реализации инвестиционных проектов метода реальных опционов, который делает возможным принятие обоснованных управленческих решений даже в условиях высокой неопределенности, поскольку позволяет значительно повысить потенциальную экономическую эффективность инвестиционных проектов.

Российские ученые рассматривают реальные опционы как инструмент принятия эффективных стратегических решений. М.А.Канева считает метод реальных опционов важным гибким дополнением инструментария риск-менеджмента, позволяющим менеджерам извлекать выгоду от управления рисками проектов [7, с. 38]. З.Ф.Гараев и Е.М.Рогова предлагают матричный подход к принятию стратегических решений с учетом реальных опционов [5, с. 196]. Б.Н.Яценко предлагает использовать в качестве методов оценки реальных опционов: метод на основе критерия математического ожидания и на основе критерия Массе [11, с. 153]. ■

Библиографический список

1. Аполлонов А.В. Можно ли эффективно использовать методы оценки реальных опционов в малом бизнесе? // *Финансовый менеджмент*, 2007. - №6, с. 104-115.
2. Аполлонов А.В. Примеры использования реальных опционов в малом бизнесе // *Управление финансами предприятия*, 2008. - №1, с. 18-27.
3. Бухвалов А.В. Реальные опционы в менеджменте // *Российский журнал менеджмента*. - 2004. - №2.
4. Ветрова Е.Н. Применение метода реальных опционов // *Менеджмент в России и за рубежом*, 2010. - №3, с. 58-64.
5. Гараев З.Ф., Рогова Е.М. Реальные опционы как инструмент принятия эффективных стратегических решений // *Экономические науки*, 2011. - №1(74), с. 196-204.
6. Горелая Н.В. Проблемы капитализации российских банков и новые подходы к оценке их стоимости // *Управление корпоративными финансами*, 2008. - №1(25), с. 2-9.
7. Канева М.А., Унтура Г.А. Реальные опционы на НИОКР: обзор методов и моделей. *Инвестиционное сопровождение инноваций* / Под ред. Г.А.Унтуры. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2006. С.38.
8. Пирогов Н.К. Реальные опционы и реальность // *Современные аспекты регионального развития: сб.статей*, Иркутск, 2003.
9. Пирогов Н.К., Зубцов Н.Н. Взаимодействие реальных опционов на примере девелоперских проектов в России // *Корпоративные финансы*, 2008. - №2(6), с. 40-55.
10. Фаттахова А.И. Реальные опционы в оценке инвестиционных проектов // *Экономический Вестник*, 2009. - №2, с. 76-79.
11. Яценко Б.Н. Оценка эффективности инвестиционных проектов, допускающих управленческую гибкость в процессе своей реализации (оценка реальных опционов) // *Аудит и финансовый анализ*, 2006. - №2, с. 153-164.
12. Agliardi R. Options to expand: Some remarks // *Finance Research Letters*. - 2006. - № 3.
13. Agliardi R. Options to expand and to contract in combination // *Applied Mathematical Letters*. - 2007. - №20.
14. Alimov A. Growth Options, Firm Investment and Firm Risk: Evidence from the Pharmaceutical-Biotech Industry // *PhD Proposal, University of Oregon*. June 2007, p.1.
15. Bowe M., Ding Lun Lee. Project evaluation in the presence of multiple embedded real options: evidence from the Taiwan High-Speed Rail Project // *Journal of Asian Economic*. - 2004. - № 15.
16. Campbell R., Kraussl R. Empirical Testing of the Option to Delay Accepting a Tender in the US Banking Sector // *Social Science Research Network Publication*. 2007, p.4.
17. Dixit A. K., Pindyck R., S. Investment under uncertainty. — Princeton University Press, New Jersey, 1993.
18. Geske R. The Valuation of Compound Options // *Journal of Financial Economics*. - 1979. - №7.
19. McDonald R., Siegel D. The value of waiting to invest // *Quarterly Journal of Economics*. - 1986. - №81.
20. Reuer J.J., Tong T., Peng M. International Joint Ventures and the Value of Growth Options // *Social Science Research Network Publication*, 2005, p.16-21.
21. Reuer J.J., Tong T. Corporate Investments and Growth Options // *Managerial and Decision Economics*, 2007. No.28, p.873.
22. Trigeorgis L. A Log-Transformed Binomial Numerical Analysis Method for Valuing Complex Multi-Option Investments // *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 26, No. 3. (Sep., 1991), p. 309—326.
23. Trigeorgis L. The Nature of Option Interactions and the Valuation of Investments with Multiple Real Options // *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 28, No. 1. (Mar., 1993), p. 1—20.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ СТУДЕНТАМ НЕМАТЕМАТИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ

Борис Борисович ДЕМЕШЕВ

*старший преподаватель кафедры математической экономики и эконометрики,
Научно-исследовательский университет Высшая Школа Экономики*

Потребность в освоении математической статистики есть практически во всех без исключения областях науки. Эта потребность продолжает расти и существующая традиция преподавания теории вероятностей и математической статистики нуждается в адаптации.

В ходе более чем десяти лет преподавания теории вероятностей студентам-нематематикам, я пришел к некоторым наблюдениям, которыми и хочу поделиться.

Не бывает событий без случайных величин.

Обычная программа по теории вероятностей начинается примерно так.

1. События². Условная вероятность, независимость событий³. Случайные величины Традиция вводить случайные величины после событий ошибочна. Во-первых, преподавателю, следующему этой традиции, на первых этапах приходится сознательно избегать понятия «случайной величины» и писать на доске выражения вида P (количество орлов при 10 подбрасываниях монетки равно 6) вместо того, чтобы ввести обозначение, « X — количество орлов при 10 подбрасываниях монетки» и далее писать $P(X = 6)$. Во-вторых, именно сравнивая понятия «случайной величины» и «события» проще объяснить, чем они отличаются. В-третьих, большинство вероятностей, которые реально приходится считать, формулируются именно с помощью случайных величин. В-четвертых, введение случайных величин на первом занятии позволяет не терять время и раньше приступить к другим сюжетам!

«Дерево» событий заменяет формулу Байеса.

Общепринято давать студентам три формулы, связанные с условной вероятностью: саму формулу условной вероятности, формулу полной вероятности и формулу Байеса. Мой опыт показывает, что нарисованное «дерево» событий и одна только формула условной вероятности прекрасно заменяют собой все три формулы.

Очень важны примеры с количествами.

С количествами студенту-нематематику работать гораздо проще, чем с дробями. Если задача на условную вероятность с началом «Вероятность выиграть лотерею равна 0.001...» вызывает трудности,

то она станет гораздо понятнее при простой переделке «Из 10 тысяч лотерейных билетов 10 выигрышных...». Есть статистические исследования, которые говорят, что этот простой метод существенно лучше всех остальных подходов к объяснению условной вероятности, например, [1].

Английский алфавит привычнее греческого.

Есть разные традиции обозначений в теории вероятностей: российская - строчные греческие буквы для случайных величин и M и D для математического ожидания и дисперсии и европейская — заглавные английские буквы для случайных величин и E и Var для характеристик. Для студентов-нематематиков однозначно следует предпочесть английский вариант. Причина проста. В моей практике я не встречал курса, где больше 10% студентов с первой попытки правильно назовут буквы φ , ζ , ψ , и η .

Обозначения должны быть строгими, но без занудства.

Граница между строгостью и занудством проходит по моему так: Вместо строгого обозначения с двойными скобками $P(\{X = 1\})$ вполне можно использовать обозначение $P(X = 1)$. Для строго изложения в учебнике можно один раз оговорить это в где-нибудь в начале. Вместе с тем недопустимо использования выражения $P(A + B + C)$ вместо выражения $P(A \cup B \cup C)$.

Индикатор события и разложение случайной величины в сумму.

Самая простая случайная величина, индикатор события A , могла бы появляться уже на первой лекции. А вместе с тем во многих курсах ее вообще нет.. Например, индикатор крайне полезен для разложения случайной величины в сумму более простых случайных величин. Практика показывает, что этот прием можно использовать на втором занятии. Используя его студенты легко решают задачи вида: «В 20 уток одновременно выстрелили 30 охотников. Каждый выбирал цель наугад и каждый стреляет без промаха. Сколько в среднем уток выжило?»

Сюжеты, которые можно рассказать дополнительно.

Если есть время расширить курс, то имеет смысл рассказывать про цепи Маркова или броуновское

движени. Традиционно включают производящие функции, которые студентам-нематематикам практически полностью не нужны.

Проблема нестрогости курса теории вероятностей без теории меры.

В курсе теории вероятностей без теории меры можно смело говорить «любая функция» и «любое числовое подмножество» вместо «функция, измеримая по Борелю», «борелевское подмножество». И в конце курса сделать уточнение, о наличии нестрогостей для интересующихся. В учебнике в определении можно дать сноску.

Независимость и некоррелированность

Большинство учебников так или иначе говорят: из независимости следует некоррелированность. Но мало кто указывает на такие простые два факта. Независимость величины X и Y – это то же самое, что некоррелированность $f(X)$ и $g(Y)$ для произвольных функций f и g . Равенство $E(Y|X)=E(Y)$ – это то же самое, что некоррелированность $f(X)$ и Y для произвольной функции f .

Распространенные интуитивные ошибки в теории вероятностей.

Есть вопросы, на которые человек не знающий теории вероятностей, скорее всего интуитивно даст неверный ответ. Их обязательно нужно разбирать. Для самого слабого студента это может стать единственной пользой от курса. Самая распространенная бытовая ошибка – перепутывание условных вероятностей $P(A|B)$ и $P(B|A)$. Список других распространенных ошибок можно найти, например, в [2].

Упрощенные таблицы для нормального распределения.

Традиционные таблицы для нормального распределения могут быть сложным барьером для слабого студента. В ней отсутствуют отрицательные числа, а десятые и сотые доли разнесены по строкам и столбцам. Чтобы посчитать вероятность того, что стандартная нормальная величина лежит от -1.7 до 0.5 нужно выполнить несколько преобразований. При текущей доступности компьютеров можно за 10 минут сделать таблицу нормального распределения, где число целиком, с десятками и сотыми долями, указано в одном столбике, а значение функции распределения – в соседнем. Причем диапазон аргументов идет от -3 до 3 .

Программа-минимум.

Бывает, что на курс теории вероятностей выделено ужасающе малое количество времени. Например, для пяти занятий я бы попробовал такую программу-минимум:

(а) События и случайные величины. (б) Вероятность и среднее. (с) Дисперсия и корреляция. (d) Условная вероятность и условное среднее. (е) Нормальное распределение и центральная предельная теорема.

Делайте варианты своих материалов общедоступными.

Публикуйте материалы контрольных, домашних, экзаменов в Интернете сразу после их проведения. Во-первых, студентам будет на что ориентироваться в следующем году. Во-вторых, исчезает неравенство: Вася достал прошлогодний вариант, а Петя — нет, значит у Васи — выше балл. Такого не будет! В-третьих, если прошлогодний вариант опубликован, то поневоле придется сочинить новый и от этого повысится качество преподавания.

Не стоит организовывать форум в Интернете без явной необходимости.

Есть преподаватели, которые создают специальный форум, ветку на форуме, где отвечают на вопросы студентов по курсу. Мой опыт говорит, что это оправдано лишь в очень редких случаях. Вместо создания своего лучше указать студентам на уже существующие активные форумы и блоги. По математике это прежде всего, math.stackexchange.com, по статистике stats.stackexchange.com. Если требуется именно русскоязычный форум, то это dxdy.ru. Во-первых, на известных форумах участвует больше людей и студенты быстрее получают ответ на свой вопрос. Во-вторых, студенты увидят, что спрашивают другие. В-третьих, можно сэкономить свое время.

Полезные компьютерные программы и технологии.

В моей работе я часто использую:

- (a) Latex — средство для создания документов
- (b) Mercurial+TortoiseHg – система управления версиями — дает удобный доступ ко всем версиям текстового документа.
- (c) docs.google.com – дает возможность одновременного редактирования документов, полезна, например, если несколько человек проверяют контрольные работы
- (d) www.dropbox.com – позволяет создать на своем компьютере папку, которая автоматически синхронизируется с хранилищем в Интернете, удобно для передачи студентам свежей версии лекций или домашних заданий.

Софт связанный с теорией вероятностей.

Современная статистика немыслима без использования компьютеров. При этом для научной работы желательно использовать открытые бесплатные и кроссплатформенные программы. Их использование позволяет сделать любой эксперимент или исследование легко повторимыми. Вот мой выбор:

- (a) OpenOffice Calc или Gnumeric – в качестве электронной таблицы. (b) Gretl – в качестве программы для эконометрических расчетов. (с) R – язык программирования для статистических расчетов. (d) Geogebra – для рисования графиков и простых анимаций. ■

Библиографический список

1. Sedlmeier P, Gigerenzer, G (2001). Teaching Bayesian Reasoning in Less Than Two Hours, *Journal of Experimental Psychology: General*, 130 (3), 2001, 380–400
2. Fischbein, E., & Schnarch, D. (1997). The evolution with age of probabilistic, intuitively based misconceptions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 28(1), 96-105.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

Дарья Сергеевна КАЗАКОВА

*ассистент кафедры мониторинга и прогнозирования информационных угроз
Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий,
механики и оптики (СПбГУ ИТМО)*

До 60-х годов двадцатого века в вопросах управления персоналом ориентировались лишь на текущие потребности организации. При таком подходе работодатель рассчитывал получить в любой момент необходимое ему количество работников, для использования которых не требуется длительной специальной подготовки. Избыточный рынок рабочей силы давал работодателям такую возможность, а увольнение избыточного персонала практически ничего не стоило. Изменения в условиях деятельности организаций выдвинули в качестве общего для всех требования ориентироваться при формировании ресурсов не только на текущие потребности, но и на длительную перспективу. Это требование касается всех видов ресурсов, в том числе и человеческих [3].

В 70-80 гг. в практике управления стал применяться систематический анализ перспективных потребностей организаций в отдельных категориях персонала. Сегодня все большее число организаций выделяют как самостоятельный вид деятельности кадровых служб кадровое планирование, или планирование человеческих ресурсов.

Происходящие изменения, связанные с необратимостью экономических реформ и движением к здоровой конкуренции, заставляют организации России уделять значительное внимание долгосрочным аспектам кадровой политики, базирующейся на научнообоснованном планировании [2, с. 34].

Высшие учебные заведения, как основа будущего страны, являющиеся поставщиками высококвалифицированных кадров так же нуждаются в грамотном кадровом обеспечении. Университеты обладают высоким потенциалом грамотных преподавателей, доцентов и профессоров, являющихся авторами множества научных работ и достижений. Поэтому крайне необходимо правильно распределить имеющийся потенциал в таких учреждениях.

Поэтому целью работы было разработать систему моделирования работы профессорско-преподавательского состава университета, систему оптимизации рабочего времени сотрудников выс-

ших учебных заведений. При помощи этой системы возможно решение разнообразных кадровых вопросов, возникающих при составлении расписания и распределения обязанностей в коллективе. Таким образом для каждой кафедры и университета в целом появляется возможность моделировать кадровую ситуацию, что позволяет без последствий, при помощи модели, опробовать различные решения, а так же на основе построенной логики найти оптимальное.

Таким образом были рассмотрены и систематизированы материалы для разработки теоретической части модели, содержащей данные о должностных и функциональных обязанностях, принципах их распределения в профессорско-преподавательском коллективе. Проведена классификация факторов, характеризующих личность преподавателя. Показана актуальность разработки модели для грамотного планирования рабочего времени преподавателей в высшем учебном заведении.

На основе анализа деятельности профессорско-преподавательского коллектива составлена модель личности работника университета, в которой подробно проанализированы психолого-личностные характеристики, уровень квалификации, функциональные обязанности. Для удобного использования модели разработана база данных, которая позволяет хранить, консолидировать, использовать имеющуюся информацию о коллективе, а так же вносить необходимые коррективы, что особенно актуально в таком динамично развивающемся коллективе.

Для моделирования использовался аддитивный метод расчета весовых коэффициентов для оценки каждого из сотрудников. Рассчитываются параметры, показывающие: личностные характеристики, соответствие занимаемой должности, первоначальное положение человека и его достижения, возможность повышения. Так же важным показателем является коэффициент предпочтений, учитывая который мы сможем учесть мнение самих сотрудников и их предпочтения.

При разработке данной модели мы подняли к

рассмотрению множество не урегулированных вопросов в настоящей системе образования, например такой как существование неравновесных индивидуальных рабочих планов работников университета.

Каждый сотрудник университета, относящийся к профессорско-преподавательскому составу должен работать на основании четкого регламента, в котором указаны:

- все виды нагрузки: учебная, учебно-методическая, научно исследовательская, учебно-воспитательная, организационно- методическая, работа по повышению квалификации, работа по сопровождению балльно-рейтинговой системы оценивания результатов модульного обучения;

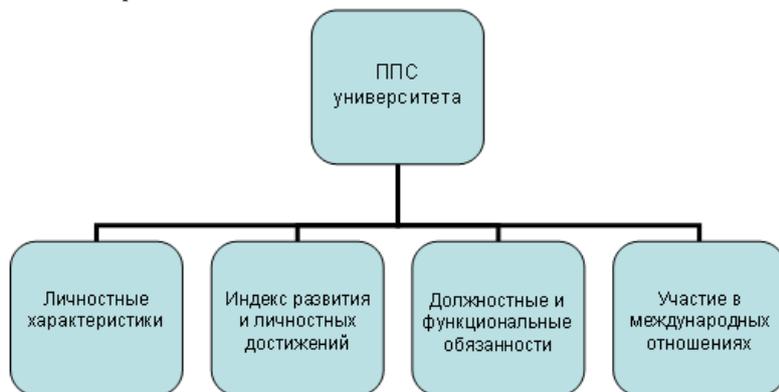
- время, отводимое на каждую из них;

- распределение времени на отдельного студента и группу.

Исходя из этого и, зная какую ставку занимает сотрудник, составляется индивидуальный план.

Одной из основных целей при построении модели распределения обязанностей в профессорско-преподавательском коллективе является построение логико-математической модели. В ходе такого моделирования детально исследуется область работы, выделяются основные направления модели, составляется рабочая база данных, что позволяет моделировать различные ситуации, на основании которых принимать взвешенные и обоснованные кадровые решения.

Первоначальным этапом было построение модели сотрудника высшего учебного заведения, которая включает в себя 4 блока, каждый из которых системно расписан:



При построении математической модели создана база данных в зависимости от занимаемой должности, в которой хранятся весовые коэффициенты по основным позициям сотрудников университета: Ассистент, Преподаватель, Доцент и Профессор.

В основе моделирования использовался аддитивный метод расчета весовых коэффициентов для оценки каждого из сотрудников. Рассчитываются параметры, показывающие: личностные характеристики, соответствие занимаемой должности, первоначальное положение человека и его достижения, возможность повышения. Так же важным показателем является коэффициент предпочтений, учитывая который мы сможем избежать обременительных обязанностей.

Расчет коэффициентов будет зависеть от решаемой нами кадровой задачи.

Данная модель позволяет решить основные кадровые вопросы университета, например:

Кому из преподавателей в определенной ситуации увеличивать нагрузку аудиторную, а кому наоборот дать возможность больше заниматься наукой?

Кому из преподавателей снизить нагрузку при вводе в штат новой единицы? Какую нагрузку снизить?

Как мы можем оценить нового человека в коллективе и какую нагрузку ему дать?

Как более эффективно использовать квалифицированные кадры?

Как будет выглядеть грамотное распределение преподавательской нагрузки по направлениям?

Обратим внимание на введенный вектор предпочтений, который необходим для распределения обязанностей с учетом мнения самого педагога.

Созданная модель может быть внедрена в любой профессорско-преподавательский коллектив, на любой кафедре высшего учебного заведения.

Можно легко дополнять и редактировать составляющие, как базы данных, так и постановку кадрового вопроса в зависимости от специфики кафедры и решаемых вопросов, что придает модели определенную эластичность. Использование этой модели позволяет легко найти и опробовать решения кадровых вопросов, не нанося неудобств работе профессорско-преподавательскому составу университета, что повышает эффективность учебного процесса.

Использование модели в учебном процессе позволяет экономить время при распределении должностных обязанностей, снижать риск принятия неверного решения и способствует повышению качества образования в высшем учебном заведении. ■

Библиографический список

1. Богатырь Б.Н. Система образования России как объект информатизации // *Материалы школы-семинара «Создание единого информационного пространства системы образования» (г. Москва) 3–5 ноября 2006 г.* – М., 2007.
2. Богдан Н.Н., Мозилевкин Е.А. *«Кадровый менеджмент в вузе»*, ВГУЭС, 2008.
3. Веснин В.Р. *Практический менеджмент персонала*. М., 2001.
4. Ниссинен Й., Воутилайнен Э., *«Время руководителя: эффективность использования»*, Издательство: М.: Экономика, 1998.
5. Сальникова Л.Н. *«Управление персоналом: учебное пособие»*. – Ярославль: Ярославский государственный ун-т, 1999.
6. Спивак В.А. *«Организационное поведение и управление персоналом»*. – СПб: Издательство «Питер», 2000.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ПРОХОДЯЩИХ СЛУЖБУ ПО КОНТРАКТУ К ОПЕРАТИВНО-СЛУЖЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

Евгения Владимировна ФЕДОРОВА

*ассистент кафедры Мониторинга и прогнозирования информационных угроз
Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий,
механики и оптики (СПбГУ ИТМО)*

Статья посвящена исследованию процесса профессиональной адаптации военнослужащих проходящих службу по контракту к оперативно-служебной деятельности в условиях подразделения. Исследование производилось с помощью многоуровневого личностного опросника «Адаптивность».

Ключевые слова: воспитание, подсистема, военнослужащий.

Keywords: education, subsystem, the military man.

Воинские коллективы, в которые вливается молодое пополнение, имеют общие и отличительные черты, как по отношению к иным коллективам (школьным, учебным, производственным и т.д.), так и друг к другу. Они имеют свои специфические особенности, обуславливающие особенности адаптации молодых солдат к воинской службе: особая общественная значимость целей и задач воинской деятельности, выполнение которых связано с высокой ответственностью и опасностью для жизни; четкая, уставная, правовая регламентация всех сторон воинской жизни и деятельности, а это строгая субординация взаимоотношений, воинская дисциплина, внутренний порядок и т.п.; относительная обособленность воинских коллективов, обусловленная спецификой их деятельности; особенности полового, возрастного, национального состава подразделений и другие.

Поэтому, в этих условиях особую актуальность приобретает проблемы адаптации молодых военнослужащих проходящих службу по контракту. Ведь они перемещаются из одной среды в другую, все это придает адаптации особую остроту, а часто и болезненный, конфликтный характер. Ну а личностные и общественные издержки от неудавшейся адаптации этой категории военнослужащих порою редко осознаются и рассматриваются в качестве причин не-

гативных явлений в армейской среде. Всегда это не только несостоявшийся профессионал. Нередко под угрозу ставится и формирование личности.

Исходя из видов деятельности военнослужащих проходящих службу по контракту, в качестве основных видов их адаптации можно выделить: адаптацию к учебной деятельности (дидактическую), военно-функциональную (профессионально-боевую), адаптацию к оперативно-служебной деятельности (служебно-функциональную), адаптацию к общественной деятельности в коллективе (общественную), адаптацию к условиям быта воинского коллектива (повседневно-бытовую)[1].

В настоящее время существуют различные методы и методики, которые позволяют своевременно выявить основные факторы, влияющие на адаптацию военнослужащего, его степень адаптированности или неадаптированности к условиям служебно-боевой деятельности, нервно-психологическую неустойчивость, взаимоотношения с товарищами и офицерами своего подразделения и др. показатели.

Исследование адаптации личности предусматривает использование **метода наблюдения**, наиболее целесообразного в тех случаях, когда объект изучения заключен в реальных, естественных условиях существования. Наблюдение особенно информативно в значимых ситуациях, при выполнении ответственных задач. Наблюдение как метод изучения адаптации, осуществляемое по стандартной схеме, фиксирующей участников ситуации, ее детерминацию, целевую направленность, эмоциональный фон, активность, речевую коммуникацию, последствия, выступало и как основной и как вспомогательный метод. Наблюдение позволяет фиксировать наличие и различные оттенки показателей адаптации — удовлетворенности, адекватности поведения,

характеристик общения, динамику психических состояний и свойств личности.

Эксперимент – это преднамеренное вызывание или изменение исследователем изучаемых действий, деятельности или поведения исследуемой личности.

Многие сведения о личности могут быть получены с помощью специальных психологических методов, производных от наблюдения и эксперимента (беседа, анкета, метод обобщения независимых характеристик, анализ результатов деятельности, изучение документов и т.п.).

Беседа – это один из самых продуктивных методов. Она дает возможность взглянуть во внутренний мир военнослужащего, во многом понять его сложное, часто противоречивое содержание. Огромные возможности дает этот метод при изучении сложной, многогранной ценностно-ориентационной сферы военнослужащего. Он позволяет "проникнуть" в индивидуальное сознание конкретного человека, с его индивидуально-своеобразным отношением к значимым сторонам профессиональной деятельности.

Однако особенностью беседы является и то, что этот метод, как ни один другой, предъявляет высокие требования к тому, кто ее проводит и к его профессиональному мастерству.

В начале беседы следует расположить к себе собеседника. Уровень доверия является решающим в процессе беседы.

Важно как бы примериться к обследуемому, т.е. учесть его возраст, должность, настроение, степень общительности, уровень знаний. В соответствии с этим принять для себя определенную роль.

Беседа является завершающим этапом обследования военнослужащего. К моменту ее проведения офицер уже имеет "на руках" весь комплекс совокупных данных об обследуемом, полученных с помощью других методов и методик.

В ходе беседы офицер должен уточнить и более четко прояснить для себя о человеке все то, что было до настоящего момента неясно или вызывало сомнения.

Эффективность адаптации во многом зависит от того, насколько реально человек соизмеряет себя и свои социальные связи, свои потребности с имеющимися возможностями и осознает мотивы своего поведения. Искаженное или недостаточно развитое представление о себе ведет к нарушению адаптации, что может сопровождаться повышенной конфликтностью, нарушением взаимоотношений, понижением работоспособности и изменением здоровья. Случаи глубокого нарушения адаптации могут приводить к грубым нарушениям воинской дисциплины, правопорядка, суицидальным попыткам (поступкам), срыву профессиональной деятельности и развитию болезней.

Индивидуально-психологические особенности военнослужащих отделения пограничной службы изучались с помощью многоуровневого личностного опросника «Адаптивность»[3]. Он предназначен

для оценки адаптационных возможностей личности с учетом психологических и некоторых психофизиологических характеристик, отражающих обобщенные особенности нервно-психического развития. В основу методики положено представление об адаптации, как о непрерывном процессе активного приспособления человека к постоянно меняющимся условиям среды и профессиональной деятельности.

Были исследованы 16 военнослужащих проходящих службу по контракту. В ходе исследования были получены следующие результаты:

1. Высокие показатели нервно-психической устойчивости имели 8 человек, что составило 50%. Для этой группы военнослужащих характерен в целом высокий уровень адаптированности и поведенческой регуляции. Эти военнослужащие имеют адекватную самооценку, адекватное восприятие действительности, т.е. их мнение о самих себе и окружающих совпадает с мнением других.

В дальнейшем можно предположить их успешную деятельность даже в случае наличия каких-то отрицательных (негативных) явлений в коллективе.

2. Средние показатели НПУ имели 5 военнослужащих, что составило 31,2%.

Военнослужащие этой группы характеризуются средним уровнем адаптированности и поведенческой регуляции, определенными склонностями к нервно-психическим срывам, недостаточно точной адекватной самооценкой и восприятием действительности, своих нравственных и деловых качеств, им присуще управлять своим поведением, самокритичность и самоконтроль при незначительных срывах. Они сравнительно легко приспосабливаются к изменяющимся ситуациям армейской жизни.

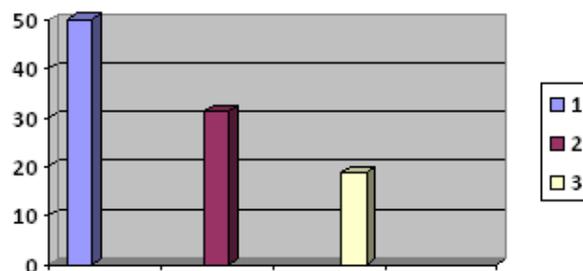
3. Низкие показатели нервно-психической устойчивости имели 3 человек, что составляет 18,8%. Хочу отметить, что 3 из них являются военнослужащие первого контракта.

50%-испытуемые с высокой НПУ.

31,2%- испытуемые со средней НПУ.

18,8%- испытуемые с низкой НПУ.

Процентное соотношение НПУ



Анализ полученных данных по результатам тестирования испытуемых показывает, что значение показателя НПУ по периодам службы распределяется неравномерно. Если у военнослужащих 1-го контракта значение данного показателя низкое, то у испытуемых 2, 3 наблюдается тенденция к повышению НПУ.

Таким образом, можно говорить о повышении НПУ с увеличением срока службы военнослужащих или, другими словами, пребывания в измененных условиях существования.

Проводя интерпретацию данного исследования, нельзя было не затронуть те основные причины, факторы которые оказывают влияние на формирование адаптации военнослужащих, в зависимости от периодов службы.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в первый период службы происходит становление военнослужащего как личности в новом социальном статусе. И поэтому необходимо всячески содействовать и повышать адаптационный процесс военнослужащих, чтобы в дальнейшем повысить дисциплину в подразделении и своевременно выполнить оперативно-служебную задачу. ■

Библиографический список

1. *Барабаничиков А.В., Глоточкин А.Д., Феденко Н.Ф., Проблемы психологии воинского коллектива/ Под редакцией В.В.Шеляга.-М.:Воениздат,1973.*
2. *Вестник границ России №14. - М. Граница, 1998*
3. *Военная психология - М.: Воениздат, 2002.*
4. *Воспитательная работа в Вооруженных Силах Российской Федерации (Учебно-методическое пособие). - М.: ВУ, 1995.*
5. *Грищенко Н.П. Социально-психологическая адаптация военнослужащих женщин к условиям деятельности в органах пограничного контроля. – М.,2002*
6. *О совершенствовании системы воспитательной работы в Вооруженных Силах Российской Федерации. - Приказ МО РФ № 235 - 1995 г.*

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ КОМБИНАЦИОННЫХ СХЕМ

Александр Владимирович МАТВЕЕВ

Камчатский государственный технический университет

Георгий Александрович ПЮККЕ

д.э.н., проф., Камчатский государственный технический университет

Аннотация. Рассмотрены некоторые модели и методы диагностирования цифровых устройств на основе применения диакоптического подхода к логическим цепям с применением метода матричных преобразований. Введено понятие объемного покрытия матрицанты идентификации, на основе которого рассмотрен метод минимизации количества полюсов съема диагностической информации и двоичных наборов в тесте диагностирования, необходимых для реализации алгоритма поиска множественных дефектов и определения степени работоспособности цифровых устройств.

Ключевые слова: диагностика схем, матричные преобразования, минимизация количества полюсов, алгоритм поиска дефектов.

Title. Models and methods for diagnosing digital combinational circuits

Abstract. We consider some models and methods for diagnosing digital devices through the use of diakoptick approach to logical circuits using the method of matrix transformation. Introduced the concept of volume coverage matrix identification, based on which the method of minimizing the number of poles and removal of diagnostic information binary vectors in the test diagnosis needed to implement the search algorithm of multiple defects and determine the degree of efficiency of digital devices.

Keywords: diagnosis schemes, matrix transformations, minimizing the number of poles, the search algorithm defects

Введение

Математические модели, методы и алгоритмы диагностирования устройств и систем с дискрет-

ным изменением выходного сигнала исследованы наиболее полно. Однако в данном вопросе нет универсальных решений и проблема требует дальнейшего изучения. Один из наиболее перспективных в этой области подход основан на взаимосвязи функций элементов устройства при образовании функции всего устройства в целом (диакоптический подход).

При возникновении дефектов в такой системе происходит изменение функций отдельных элементов и связи между элементами. Это приводит к изменению функции всей системы. При определенных условиях постановки диагностических экспериментов и построении соответствующих диагностических моделей приведенный подход может быть принят за основу для построения новых методик диагностирования.

Для двух основных задач диагностирования (поиск дефектов и определение степени работоспособности объекта диагностирования (ОД)) исследование состоит в нахождении достаточных условий, при которых такие закономерности обнаруживаются. Речь идет о логическом проявлении дефекта и его локализации, которое связано с изменением вида диагностической модели (ДМ) логической цепи (ЛЦ).

Модель логической цепи

Для характеристики состояния ЛЦ в целом можно ввести вектор функций элементов:

$$L = (F_1, F_2, \dots, F_m) \quad (1)$$

где m — количество элементов ЛЦ.

Каждому i -му элементу, в соответствии с выпол-

няемой им операцией, присваивается булева функция:

$$F_i(U_j) \quad (2)$$

$\overline{i = 1, m}$ – номер функции;

$\overline{j = 1, n}$ – номера входов логического элемента (ЛЭ).

При таком представлении, вся логическая структура характеризуется функцией ЛЦ **F**, которая выражается на основе принципа суперпозиции через элементарные функции составляющих этот компонент. Возникает следующий вопрос: “При каких наборах переменных на входе ЛЦ можно распознать дефекты любой компоненты ЛЦ”.

Поставим в соответствие исследуемому ОД конечное множество возможных функций дискретного аргумента:

$$\{F_0, F_1, \dots, F_k\} \quad (3)$$

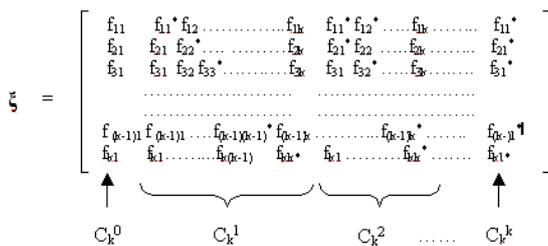
где F_0 – функция ОД при нормальной работе;

F_i – функция ОД при наличии дефектов в i – м элементе,

Если в $\overline{i = 1, k}$ качестве ОД рассматривать комбинационную схему (без памяти и обратных связей) имеющую n входов и один выход, то каждому из $k+1$ состояний ОД будет соответствовать $k+1$ векторов функций, координатами которых являются функции элементов ЛЦ.

Принимаем за одну неисправность одну интерпретацию схемы, вне зависимости от количества дефектов (количества элементов с измененными функциями) которому она соответствует. Тогда ОД характеризуется расширенной матрицей функций возможных компонентов ЛЦ. Каждый столбец матрицы ξ определяет одно из возможных состояний объекта. Под состоянием принимаем интерпретацию схемы (неисправность) соответствующую одному или нескольким дефектам или отсутствию дефектов в ЛЦ (Рис1).

Рисунок 1.



Комбинаторно определяемое количество L столбцов матрицы ξ , соответствует возможному количеству состояний ОД, включающих: C_k^0 работоспособных состояний; C_k^1 состояний одиночных дефектов; C_k^2 состояний двойных дефектов и т. д.; C_k^k состояний k -кратных дефектов. Общее количество состояний определяется суммой биномиальных коэффициентов:

$$L = C_k^0 + C_k^1 + C_k^2 + \dots + C_k^k \quad (4)$$

Маркировка матрицы производится так: первый индекс – номер компонента, второй индекс – номер состояния. Знак (*) соответствует дефекту (изменной функции компоненты).

Элементы матрицы ξ являются результатами

выполнения логической функции определенной компонентой в определенном состоянии при номинальных значения сигнала на входе данного компонента, не зависимо от состояния работоспособности других компонент.

Значение сигнала на выходе ОД, или на выходе рассматриваемой подсхемы определяется совокупностью рассматриваемых компонент и взаимосвязью между ними. Это достигается “связыванием” функций компонент в диагностическую модель ОД.

Использование диакоптического подхода для построения аналитической модели диагностирования связано с большим объемом вычислений, однако для электрических цепей невысокой размерности это вполне оправдано. Выражая функцию ЛЦ через функции составляющих компонент, можно установить взаимно-однозначное соответствие между множеством состояний ОД **L** и множеством k - кратных дефектов при различных наборах переменной на входе ЛЦ.

Например, на рис. 2 представлена ЛЦ реализующая переключательную функцию:

$$F = \overline{x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge x_5 \wedge x_6} \quad (5)$$

на базе логических элементов И-НЕ. Состояние схемы описывается вектором:

$$\delta_0 = (\overline{u_2 \wedge u_3}, \overline{u_4 \wedge u_5}, \overline{x_1 \wedge 1}, \overline{x_2 \wedge x_3}, \overline{x_4 \wedge x_5 \wedge x_6}) \quad (6)$$

Приведем две неисправности. Так одна из них изменяет функцию второго элемента на константу 0. Вторая изменяет функции четвертого и пятого элементов на отрицание. Тогда, соответствующее множество неисправностей соответствует двум интерпретациям схемы, которые описываются векторами:

$$\delta_1 = (\overline{u_2 \wedge u_3}, 0, \overline{x_1 \wedge 1}, \overline{x_2 \wedge x_3}, \overline{x_4 \wedge x_5 \wedge x_6}) \quad (7)$$

$$\delta_2 = (\overline{u_2 \wedge u_3}, \overline{u_4 \wedge u_5}, \overline{x_1 \wedge 1}, \overline{x_2 \wedge x_3}, \overline{x_4 \wedge x_5 \wedge x_6}) \quad (8)$$

Следуя выбранному диакоптическому принципу, представляем предоставленную (Рис. 2) ЛЦ в виде совокупности подсхем, согласно исполняемых ими функций и топологии цепи (Рис. 3).

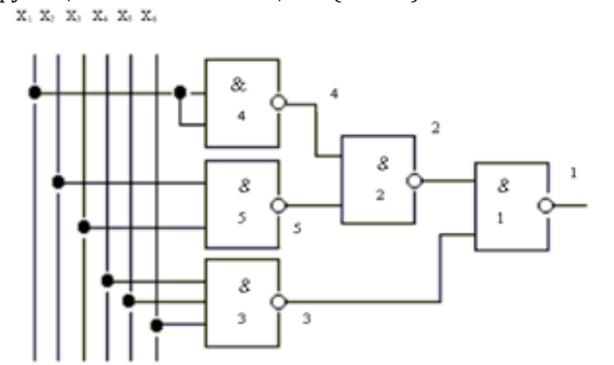


Рисунок 2.

$$F_1 = \overline{\overline{x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge x_5 \wedge x_6}} \Rightarrow F_2 = \overline{\overline{x_1 \wedge x_2 \wedge x_3}} \Rightarrow (9)$$

$$F_3 = \overline{x_4 \wedge x_5 \wedge x_6} \Rightarrow F_4 = \overline{x_1 \wedge 1} \Rightarrow F_5 = \overline{x_2 \wedge x_3}$$

Выход каждой подсхемы нумеруется начиная с выхода всей ЛЦ. Построение подсхем осуществляется из расчета наличия сквозной связи между входом ЛЦ и выходом исследуемой подсхемы. При таком

$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$

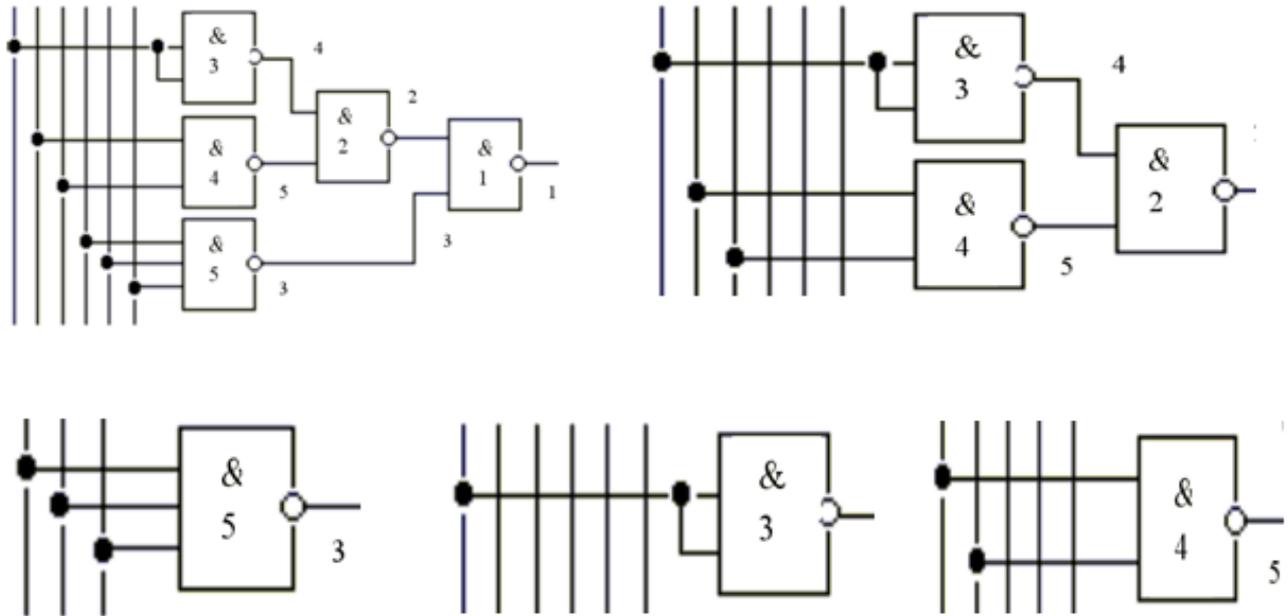


Рисунок 3

деления выход каждой к-й подсхемы будет реагировать на изменения параметров всех компонент, входящих в данную подсхему. Тогда первая подматрица одиночных дефектов ξ_1 матрицы ξ будет иметь вид (Рис.4).

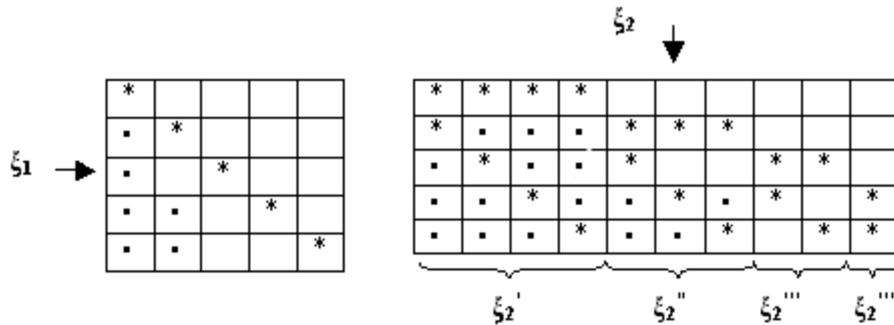


Рисунок 4.

В подматрице ξ_1 столбцы соответствуют выходам подсхем. Это позволяет отразить в поле матрицы информацию о номере компоненты (строки), попадающей в зону контроля при идентификации данного состояния (точки в матрице ξ_1). Значок * соответствует дефекту.

Для регистрации двойных дефектов составляется подматрица ξ_2 (Рис. 4). Регистрировать множественные дефекты, ограничиваясь контролем только на выходе ЛЦ, невозможно, так как при этом решение задачи становится неоднозначным. По этой причине матрица ξ_2 включает все возможные сочетания двойных дефектов.

Введем в матрице

ξ_2 подсостояния (столбцы матрицы) состояний ($\xi_2^1; \xi_2^2; \xi_2^3; \xi_2^4$), тогда состояния будут соответствовать выходам подсхем, а подсостояния сочетаниям дефектов. Первая подматрица второго уровня деления ξ_2^1 регистрирует первое состояние двойных

дефектов. Состояние регистрируется на выходе ЛЦ и относится к различным сочетаниям измененной функции первой компоненты с измененными функциями остальных (к-1) компонент.

Вторая подматрица ξ_2^2 второго уровня деления относится второму состоянию двойных дефектов. Это состояние регистрируется

по выходу первой подсхемы и соответствует различным сочетаниям измененной функции второй компоненты с измененными функциями (к-2) компонент ЛЦ. Таким же образом строятся подматрицы ξ_2^3 и ξ_2^4 .

Для регистрации тройных дефектов строится подматрица ξ_3 (Рис. 5), которая будет включать все возможные сочетания тройных дефектов, а также состояния $\xi_2^1; \xi_2^2; \xi_2^3$ и подсостояния.

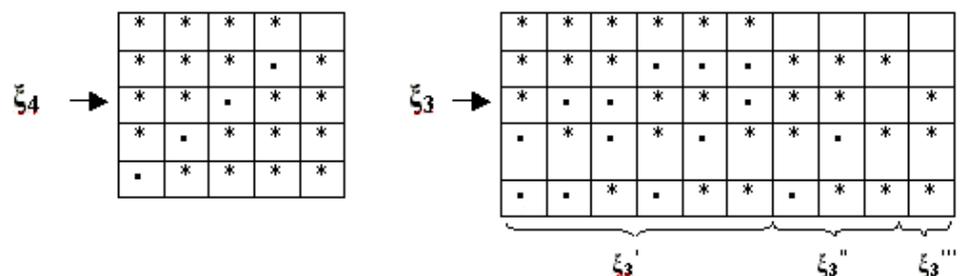


Рисунок 5.

Для регистрации четырехкратных дефектов строится подматрица ξ_4 (Рис. 5) по такому же принципу.

Для формализации процесса диагностирования вводится многоуровневый матрицант Ξ идентификации (Рис. 6), представляющий собой объемную матрицу, каждый уровень которой определяет двумерную матрицу ξ состояний всех элементов при текущем наборе двоичного кода на входе ЛЦ. Каждый последующий уровень в матрицанте идентификации будет отличаться от предыдущего новым набором переменных на входе ЛЦ. Каждая ячейка получившегося трехмерного пространства диагностирования будет определять данное состояние данного элемента при данном наборе переменных на входе ЛЦ. При реализации такого подхода становится возможным ввести двумерную минимизацию процесса диагностирования как по количеству двоичных наборов в тесте поиска дефектов так и по количеству точек съема диагностической информации.

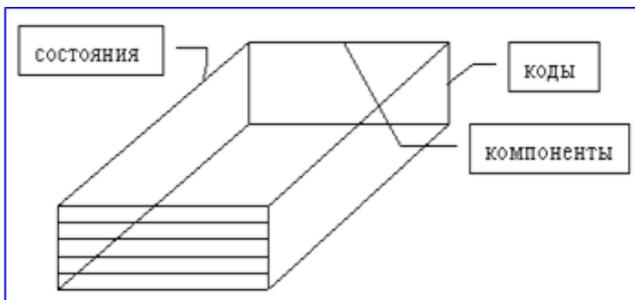


Рисунок 6.

Для минимизации количества точек съема диагностической информации выполняется анализ матрицы ξ с целью определения минимально возможного количества проверок для выполнения контроля всех компонент ЛЦ, что соответствует первому уровню матрицанта идентификации. Для решения такой задачи составляется матрица ξ , столбцы которой соответствуют состояниям одиночных и множественных дефектов, а строки элементам, на выходах которых производится проверка сигнала. Например, для ЛЦ на рис. 2 имеем следующую матрицу:

$$\xi = \begin{bmatrix} 1 & 00000 & 0000000000 & 0000000000 & 00000 & 0 \\ 1 & 10100 & 0100000000 & 0000000000 & 00000 & 0 \\ 1 & 11011 & 1011011001 & 0110010010 & 00100 & 0 \\ 1 & 11101 & 1101101010 & 1010100100 & 01000 & 0 \\ 1 & 11110 & 1110110100 & 1101001000 & 10000 & 0 \end{bmatrix}$$

ξ_1 ξ_2 ξ_3 ξ_4

Рисунок 7.

На данной матрице единице соответствует состояние работоспособности компонента. Единице – дефекту элемента.

Примечание: первый столбец, соответствует состоянию полной работоспособности всех компонент, и поэтому состоит из одних единиц. Последний столбец соответствует состоянию полной потери работоспособности компонентами, и поэтому он состоит из нулей.

Матрицу ξ можно упростить, исключив одинаковые столбцы, так как они не несут новой инфор-

мации о состоянии ОД, а также строки с нулевыми элементами, как не отражающие различимости состояний. В результате образуется укороченная матрица состояний компонент ξ^*

В укороченной матрице ξ^* каждый столбец отражает новое состояние, включающее совокупность подсостояний одиночных, двойных, тройных и четырехкратных дефектов. Например, столбец (0110) ^t соответствует как одиночному дефекту пятой компоненты, так и двойному дефекту пятой и первой компонент, двойному дефекту пятой и второй компонент, а также тройному дефекту первой второй и пятой компонент.

$$\xi^* = \begin{bmatrix} 10100 & 0000 & 0 \\ 11011 & 0001 & 0 \\ 11101 & 1010 & 0 \\ 11110 & 1100 & 0 \end{bmatrix}$$

ξ_1^* ξ_2^* ξ_3^*

Рисунок 8.

Таким образом, в матрице ξ^* каждый столбец объединяет группу логически неразличимых подсостояний. Однако, все столбцы матрицы ξ^* отражают логически различимые состояния. В связи с этим логически неразличимые подсостояния целесообразно объединить в группы состояний и диагностирование производить с точностью до состояния. Например, десяти состояниям матрицы ξ^* соответствует тридцать СЕ различимых по сочетаниям компонент с дефектами в каждой из них (Рис. 9).

Структурные единицы

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	КОМПОНЕНТЫ
1	1	1			1			1	1		1		1		1	
2		2	2				2	2				2	2	2	2	
3				3	3									3	3	
4					4	4	4	4								
5									5	5	5	5				
	1		2		3		4		5		6					

Структурные единицы

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1			1	1			1	1		1		1		1		
2		2		2		2	2			2	2	2	2			
3	3	3	3	3	3	3	3	3					3	3	3	
4	4	4	4	4					4	4	4	4	4	4	4	
5					5	5	5	5		5	5	5	5	5	5	
	7			8				9			10					

Рисунок 9.

Примечание: При необходимости поиска только одиночных дефектов, все дефекты будут логически различимы и каждый из них будет соответствовать определенному состоянию ОД.

Для выполнения условия различимости состояний и нахождения минимальной совокупности полюсов съема диагностической информации над элементами матрицы ξ^* выполняется операция суммы по модулю два ($f_1 \oplus f_2$) и формируется новая матрица Ψ (матрица дефектов). Строки матрицы Ψ соответствуют всем потенциально возможным точкам съема диагностической информации, а столбцы соответствуют попарным сочетаниям всех возможных состояний. Анализ матрицы Ψ позволяет минимизировать количество точек.

Количество таких сочетаний определяется ком-

бинаторно и составляет $M = C_i^2$, где i - количество столбцов (состояний) в матрице ξ^* (для данного примера $M = C_{10}^2 = 45$).

$$\Psi = \begin{bmatrix} 1011111111000000011111100000000000000000 \\ 010011101100111011100010011101111010010010101 \\ 00100101101001011100101110100010111011100110 \\ 00010011100100111010011110011111000011111000 \end{bmatrix}$$

Рисунок 10.

Минимальное количество точек съема информации определяется покрытием матрицы Ψ т. е. таким множеством ее строк, что для каждой части столбца j найдется строка с единицей в позиции j . Иными словами, для определения минимального количества точек съема информации, необходимых для однозначной идентификации одного из возможных состояний, необходимо выбрать такое количество строк в матрице Ψ , чтобы в каждой строке была минимум одна единица. Например, для матрицы Ψ , построенной на основе ЛЦ (Рис. 2), покрытие объединяет вторую, третью, четвертую и пятую строки ($\Delta_2 \Delta_3 \Delta_4 \Delta_5$).

Следует отметить, что данное покрытие будет минимальным, но не тупиковым, т. е. полученное минимальное количество точек достаточно при определении любого сочетания дефектов, но это не значит, что среди всевозможных сочетаний дефектов не найдется такое, что будет обнаружено при использовании меньшего количества точек съема информации.

Таким образом, в результате разрешения первой составляющей двумерной минимизации процесса диагностирования становится известной минимально возможная совокупность точек съема информации чувствительная к изменениям функций всех компонент, входящих в логическую цепь. Для решения второй задачи минимизации по количеству двоичных наборов в тесте поиска дефектов необходимо построить многоуровневый матрицант Ξ , на основе которого определяется объемное покрытие матрицанта Ξ , которое позволяет реализовать глубину поиска множественных дефектов до компонента ЛЦ. Объемное покрытие определяет минимально возможное количество двоичных кодов на входе ЛЦ и минимальное количество точек съема диагностической информации необходимых для реализации алгоритма поиска множественных дефектов с глубиной до компонента ЛЦ.

Построение матрицанта Ξ начинается с формирования первого уровня значений выходов всех подсхем, соответствующих различным комбинациям дефектов в ЛЦ при воздействии на вход ЛЦ первой двоичной комбинации переменных. По аналогии строится второй, третий и т. д. уровни, вплоть до 2^m -го, где m – разрядность кода.

Сечение матрицанта Ξ вертикальной плоскостью параллельной оси состояний через точки Δ_i , где i – количество точек съема информации, раскрывает совокупность матриц Θ_i , строки которых определяют различные двоичные наборы на входе

ЛЦ, а столбцы соответствуют различным состояниям ЛЦ.

Формирование уровней матрицанта выполняется в соответствии с полученной совокупностью подсхем (рис. 3.) при перечислении всех возможных сочетаний дефектов. Для упрощения рассуждений ограничимся рассмотрением дефектов типа “инверсия” или замены функций элемента на константу ноль.

Как уже говорилось, неопределенность на выходе какой-либо подсхемы регистрируется не на всех наборах переменной на входе ЛЦ. Поэтому для более детального изучения совокупности всех возможных типов дефектов и результатов, регистрируемых в ЛЦ вследствие их возникновения, необходимо использовать понятие полного расширения функции ЛЦ. С точки зрения диагностики это предполагает синтез всей совокупности логических цепей, полученных в результате всевозможных полных доопределений функций элементов ЛЦ, каждая из которых реализует переключательную функцию, соответствующую определенной неисправности в ЛЦ.

Объемное покрытие матрицанта Ξ используется для разрешения неразличимых состояний при переходе от одной плоскости матрицанта в другую (состояния неразличимые в одной плоскости становятся различимыми в другой) (Рис. 11). Это в большинстве случаев позволяет снизить количество обращений к объекту диагностирования и сократить количество двоичных кодов в тесте диагностирования.

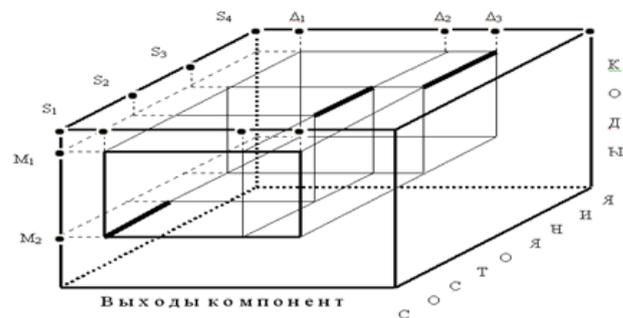


Рисунок 11.

Доказывать общность этих утверждений нет необходимости: достаточно выработать совокупность критериев, подтверждающих возможность применения метода для диагностирования данного объекта. Такими критериями являются чувствительность выходов каждой подсхемы (Рис. 3) к изменениям параметров всех компонент в нее входящих, возможность представления диагностической модели в виде матрицанта и ограничения, накладываемые на тип логической цепи и характер возникающих в ней дефектов.

При нахождении объемного покрытия используется анализ диагностической модели в плоскостях (Δ_i, S_j) (выход компоненты-состояние) на основе топологии логической цепи. Здесь i – количество полюсов съема диагностической информации, j – количество состояний ОД. В плоскостях $(M_k; S_j)$ (код-состояние) анализ различимости состояний

базируется на совокупности двоичных кодов в тесте идентификации, где k – количество двоичных кодов (Рис.11). В плоскости (M_k, Δ_i) отображается результат минимизации.

При формировании уровней матрицанта необходимо произвести логический анализ всех матриц в плоскостях (Δ_i, S_j) на чувствительность выходов подсхем (Рис. 2) к дефектам в них, т. е. сформировать множество матриц ξ_k , определяющих логически различные состояния на основе топологии цепи. Например, для логической цепи (Рис.12).

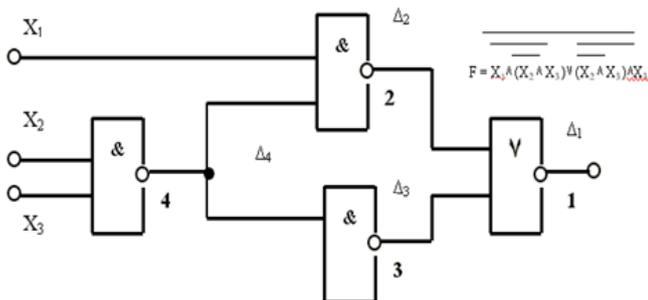


Рисунок 12.

Формируется множество матриц ξ_k . Для различных уровней матрицанта, соответствующим различным кодам на входе ЛЦ например код 000 примет следующий вид:

	S_0	1	2	3	4	1 2	1 3	1 4	2 3	2 4	3 4	1 1	1 2	1 3	1 4	2 2	2 3	2 4	3 3	3 4	4 4	
Δ_1	1	0*	0*	0*	0*	1*	1*	1*	0*	0*	0*	1*	1*	1*	1*	0*	0*	0*	1*	1*	1*	1*
Δ_2	0	0	1*	0	1*	1*	0	1*	1*	0*	1*	1*	0*	1*	0*	1*	0*	0*	1*	0*	0*	0*
Δ_3	0	0	0	1*	1*	0	1*	1*	1*	1*	0*	1*	1*	0*	0*	1*	1*	0*	0*	0*	0*	0*
Δ_4	1	1	1	1	0*	1	1	0*	1	0*	0*	1	0*	0*	0*	1	0*	0*	0*	0*	0*	0*

Рисунок 13.

Столбцы полученных матриц соответствуют различным состояниям ОД (S_0 – состояние отсутствия дефектов всех компонент, остальные столбцы соответствуют состояниям наличия одиночных, двойных и тройных дефектов). Строки соответствуют различным точкам съема диагностической информации. В каждую ячейку выставляется 0 или 1 в зависимости от кода на входе ЛЦ, точки съема информации и наличия одного или нескольких дефектов типа “инверсия”.

Далее выполняется логический анализ диагностируемой схемы, который заключается в определении зоны регистрации дефектов. Результаты анализа отражаются в топологии построенных матриц: в ячейку матрицы выставляется знак (*), если данный полюс Δ_i регистрирует данный дефект или набор дефектов S_j . Результаты анализа не зависят от кода на входе ЛЦ, поэтому распределение звездочек в поле всех матриц будет одно и то же.

Выпишем отдельно матрицу дефектов и выполним идентификацию неразличимых подсостояний.

	S_0	1	2	3	4	1 2	1 3	1 4	2 3	2 4	3 4	1 1	1 2	1 3	1 4	2 2	2 3	2 4	3 3	3 4	
Δ_1		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Δ_2			*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Δ_3				*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Δ_4					*		*		*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*

Рисунок 14.

Неразличимыми будут состояния 2 и 12; 3 и 13; 23 и 123, а также состояния 4, 14, 24, 34, 124, 134, 234 и 1234 (не отраженное в матрице). На основе анализа матрицы ξ строим матрицу ξ^*

	S_0	1	2 12	3 13	23 123	4 14 24 34 124 134 234 1234
Δ_1	#	*	*	*	*	*
Δ_2	#	#	*	#	*	*
Δ_3	#	#	#	*	*	*
Δ_4	#	#	#	#	#	*

Рисунок 15.

Для определения минимальной совокупности полюсов съема диагностической информации строим матрицу Ψ

$$\Psi = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \\ \Delta_3 \\ \Delta_4 \end{matrix}$$

Рисунок 16.

В каждую клетку матрицы Ψ выставляется 1 или 0 в зависимости от того сравниваются различные или неразличимые состояния по данному выходу Δ_i в матрице ξ^* . Первые пять столбцов матрицы Ψ используются для определения минимального количества полюсов съема диагностической информации при определении работоспособности ОД. Так как все неработоспособные состояния различимы с эталонным состоянием S_0 по выходу Δ_1 , то полюс Δ_1 достаточен для определения наличия дефектов вообще. Последующие десять столбцов используются для построения алгоритма поиска неработоспособных состояний. Первую строку матрицы Ψ можно вычеркнуть т. к. все сочетания состояний по выходу Δ_1 будут неразличимы. Следовательно, для однозначной идентификации состояний достаточно контролировать полюсы $\Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$.

Для построения алгоритма идентификации состояний формируем матрицу ξ^{**} посредством вычеркивания первой строки в матрице ξ^* .

ЭСТЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ В ГЕОМЕТРИИ

Нина Васильевна ШИЛОВА

Педагогический институт Южно-Федерального университета

Геометрия с самого начала была связана с искусством. Долгое время затруднялись к какой группе наук ее отнести: к естественным или гуманитарным. Первые теоретические образы прекрасного и первые абстракции, понятие о прекрасном были связаны с геометрией и созданы на основе геометрии.

Эстетическое восприятие математики складывается из следующих компонентов:

1) эстетическое содержание соответствующего учебного предмета;

2) эстетический фон сообщаемой на уроке познавательной информации;

3) должным образом организованная самостоятельная работа учащихся.

Ученые, исследуя красоту математики, давали различные формулы эстетической привлекательности математического объекта. Например, у В.Г. Болтянского своя формула: красота = наглядность + неожиданность + простота + ...

В геометрии в развитии эстетических качеств большую роль играют чертежи, так как чертежи, являясь основным средством наглядности, обладают особой эстетической ценностью. Из всего многообразия чертежей к теореме нужно отбирать наиболее красивые.

В целях проверки формирования у учащихся творческого интереса нами был проведен эксперимент. Эксперимент включал в себя: тестирование учителей и учащихся, и анализ полученных данных. В результате чего выяснилось, что лишь некоторые учителя ставят на уроке цель эстетически заинтересовать каждого учащегося введением теорем с чертежом. Чаще всего проводят уроки с биографической справкой об авторах теорем, формул.

Результаты тестирования учащихся показали, что школьников заинтересовывают уроки, содержащие элементы новой организации, отличающиеся от предыдущих, требующие активной работы, эмоционально насыщенные и увлекательные. То. эстетический материал используется от случая к случаю, чаще на открытых уроках.

С целью формирования эстетических качеств учащихся при изучении теорем с чертежом нами был разработан элективный курс «Эстетика в геометрии». В него мы включили изучение теоремы Содди, прямая и окружность Эйлера. Включение теоремы Содди имеет следствие обогащение фонда упражнений. Исключительно ценно в этих упражнениях воспитание через них эмоций удовлетворения от постижения глубинной красоты математических теорем. Познавательная ценность упражнений, структурно связанных с прямой и окружностью Эйлера, видна из того, что эта технология обработки информации приучает учащегося самому составлять познавательную проблему, изложив ход ее исследования в творческой и курсовой работе. В работе мы также рассмотрели задачи на построение четырех взаимосоприкасающихся окружностей.

Все рассматриваемые задачи мы объединили общей идеей. Каждая последующая задача либо обобщает предыдущую, либо конкретизирует ее, либо использует результат предыдущей задачи.

Данный элективный курс был опробован в общеобразовательной школе города Ростова-на-Дону. Полученные результаты свидетельствуют о достижении цели исследования, которая состояла в научном обосновании и разработке методики развития интереса учащихся к математике через эстетический потенциал теорем с чертежом с системой графических и числовых упражнений. ■

НЕСТАНДАРТНЫЕ ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО МАТЕМАТИКЕ

Юлия Вячеславовна СУТЯГИНА

Педагогический институт Южно-Федерального университета

“Ни один наставник не должен забывать, что его главнейшая обязанность состоит в приучении воспитанников к умственному труду, и что эта обязанность более важна, нежели передача самого предмета”

К.Д. Ушинский.

Что может заставить школьника задуматься, начать размышлять над тем или иным математическим заданием, вопросом, задачей, когда эти задания не обязательны для него? Во всяком случае не принуждение! Не всегда могут активизировать мысль ученика и словесные просьбы и убеждения. Основным источником побуждения младшего школьника к умственному труду может послужить интерес. Привлечь внимание детей, вызвать их удивление - это лишь начало возникновения интереса, и добиться этого сравнительно легко. Труднее удержать интерес к математике и сделать его достаточно стойким. Поддерживая интерес различными заданиями, различными способами, приемами решения этих заданий, постепенно воспитывать интерес к самой деятельности, интерес к математике как к науке, который перерастает в интерес к процессу самой мыслительной деятельности, к новым знаниям. Это можно отнести не только к математике, но и к другим направлениям обучения. Материал, преподносимый учителем и отдельными учениками, должен быть понятен каждому ученику, иначе он не вызовет желания работать, т.к. будет лишен для него смысла. Для поддержания интереса во всяком новом должны быть определенные элементы старого, известного детям. Только при условии установления связи нового со старым возможны проявления сообразительности и догадки. Занимательный материал многообразен, но его объединяет следующее: способ решения занимательных задач неизвестен. Для их решения характерно применение метода проб и ошибок. Эти поисковые пробы могут закончиться догадкой, которая представляет собой нахождение пути искомого решения; занимательные задачи способствуют поддержанию интереса к предмету и играют роль мотива к деятельности

учащихся. Необычность сюжета, способа подачи задачи находят эмоциональный отклик у детей и ставят их в условия необходимости ее решения; занимательные задачи составлены на основе знаний законов мышления. Систематическое применение задач такого типа способствует развитию указанных, мыслительных операций и формированию математических представлений детей.

Итак, для решения занимательных задач характерен процесс поисковых проб. Появление догадки свидетельствует о развитии у детей таких качеств, как смекалка и сообразительность. Смекалка — это особый вид проявления творчества. Она формируется в результате анализа, сравнений, обобщений, установления связей, аналогий, выводов, умозаключений. О проявлениях сообразительности свидетельствует умение обдумывать конкретную ситуацию, устанавливать взаимосвязи, на основе которых решающий задачу приходит к выводам и обобщениям. Сообразительность является показателем умения оперировать знаниями. Из этого следует, что смекалка, сообразительность, влекущие за собой догадку как результат поиска решения занимательной задачи, не есть что-то данное свыше. Эти качества умственной деятельности можно и нужно развивать в процессе обучения. В любом случае догадке как способу решения задачи предшествует тщательный анализ: выделение в задаче существенных признаков, установление связей между исходными данными, установление исходных свойств, попытки опереться на ранее решенные задачи и т.п. Однако метод проб и ошибок нерационален, ненадежен. Гораздо важнее научить детей тем приемам умственной деятельности, которые более необходимы для решения задач: анализ и синтез, сравнение, аналогия, классификация. Предлагая учащимся занимательные задачи, мы формируем у них способность выполнять эти операции и одновременно развиваем их. Критерием отбора таких задач является их учебное назначение; соответствие теме урока или серии уроков. Такие задачи можно решать и при объяснении нового материала, и при закреплении пройденного.

Последовательное осуществление органической связи между повседневной учебной работой и внеклассными занятиями позволяет добиваться определенных успехов. Обнаружить это возможно, когда учащиеся решают предложенные им новые, ранее не встречавшиеся задачи, совершенно оригинальным способом, не похожим на рассмотренные раньше. Бывают случаи, когда ученики находят такой путь решения, который не предусмотрел сам учитель. Цель, к которой должен стремиться каждый педагог: научить учиться так, чтобы ученик со временем превзошел учителя. На внеклассных факультативных занятиях учащиеся получают и домашние задания, в выполнении которых могут принимать участие родители. Кроме того, каждый из школьников может побывать в роли учителя и дома, и в школе. Интересные задачи, решение которых разобрано совместными усилиями учителя и учеников, предлагаются последними родителям. Это важный воспитательный момент — показать ребенку, что он может знать больше и лучше, если поставит себе

такую цель.

Таким образом, можно сделать вывод, что решение нестандартных занимательных задач играет огромную роль в развитии мышления школьников. Такие задачи способствуют формированию интереса к предмету. Нестандартные занимательные задачи развивают смекалку, эрудицию и в целом формируют у школьников математическое мышление, способность видеть ситуацию на несколько шагов вперед. Конечно, многие такие задачи решаются интуитивным образом. Но интуиция не приходит к неподготовленному человеку, поэтому такие задачи необходимо включать в уроки математики, тем более что они могут быть включены в начало урока, чтобы задать особую атмосферу, могут разрядить ситуацию в середине урока, и можно конечно завершить урок какой-нибудь интересной занимательной задачей. Таким образом, четкого места в структуре урока таким задачам не предусмотрено, что дает огромное поле деятельности современным учителям математики. ■

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР

Анна Анатольевна РАСЩЕПКИНА

Педагогический институт Южно-Федерального университета

Татьяна Сергеевна ПОЛЯКОВА

Педагогический институт Южно-Федерального университета

В XXI веке особую актуальность приобрели инновационные технологии обучения. Нами проведено исследование отношения учителей математики к такого рода технологиям. Основой этого исследования является опрос учителей математики по разработанной нами программе. Получены результаты опроса учителей математики г. Ростова-на-Дону и Ростовской области, из которых можно сделать вывод, что наибольшей популярностью у учителей математики пользуются компьютерные (56%) и интерактивные (35%) технологии. Треть учителей (33%) используют в своей деятельности технологии развивающего обучения.

Представляется, что такая популярность компьютерных технологий объясняется несколькими причинами:

Школы Ростова и области за последние годы укомплектованы компьютерной техникой.

В информационном пространстве представлено значительное количество мультимедийных программ, которые можно активно использовать в процессе обучения геометрии.

Использование мультимедийных программ делает процесс обучения геометрии ярким, интересным, наглядным, что позволяет сконцентрировать внимание учащихся и активизировать их познавательную деятельность.

Рассмотрим возможности использования компьютерных программ при изучении такой содержательно-методической линии курса геометрии, как геометрические фигуры, а именно, при изучении геометрических фигур в 10-11 классах.

Использование компьютерных программ уместно на любом этапе изучения геометрических фигур: изучение нового материала, закрепление изучен-

ного или проверка знаний. Это обеспечивается структурной классификацией учебных компьютерных программ на обучающие, контролирующие, информационно-справочные, моделирующие, тренажеры, учебно-игровые и интегрированные. Из всего многообразия компьютерных программ остановимся на тех программах, которые можно использовать при изучении нового материала.

Например, при изучении геометрических фигур в 10-11 классах для наглядного представления фигуры можно воспользоваться программой 3D SecBuilder.

Программа содержит 18 геометрических фигур: 4 вида призм, 4 вида пирамид и соответствующие им усеченные пирамиды, октаэдр, икосаэдр, додекаэдр, цилиндр, конус и усеченный конус.

Возможности программы позволяют вращать необходимую фигуру в различных направлениях, что дает возможность рассмотреть вид фигуры с разных сторон. При этом учащиеся смогут увидеть, какие геометрические фигуры являются гранями объемной фигуры. Следует отметить, что при изменении вида фигуры изменяются видимые и невидимые линии.

Основной функцией программы является построение сечений по трем заданным точкам (рис.1).

Данные возможности можно использовать при проверке правильности построения сечений учащимися.

Ещё одной наглядной программой является программа Poly Pro 1.11. В программе представлено большое разнообразие правильных и полуправильных многогранников и более сложных пространственных фигур.

Все фигуры разбиты на группы:

- Платоновы тела (5 видов);
- Архимедовы тела (15 видов);
- Призмы и антипризмы (5+5 видов);
- Джонсон тела (строго выпуклые многогранники) (92 вида);
- Каталонские тела (двойные Архимедовы тела) (15 видов);
- Двойные пирамиды и трапецоэдры (5+5 видов);
- Геодезические купола (48 видов).

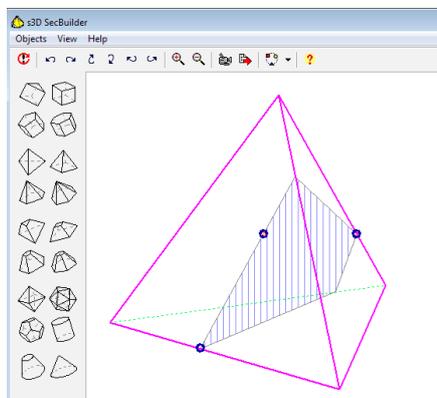


Рисунок 1.

Такое количество геометрических фигур, несомненно, вызовет интерес у учащихся и может быть использовано как дополнительный материал.

Большим плюсом программы является возможность вращения фигуры, как в ручном режиме, так и в автоматическом. Также программа содержит развертки геометрических фигур. Представленную фигуру можно в автоматическом режиме привести к развертке и наоборот (рис.2). (На рисунке представлена развертка октаэдра).

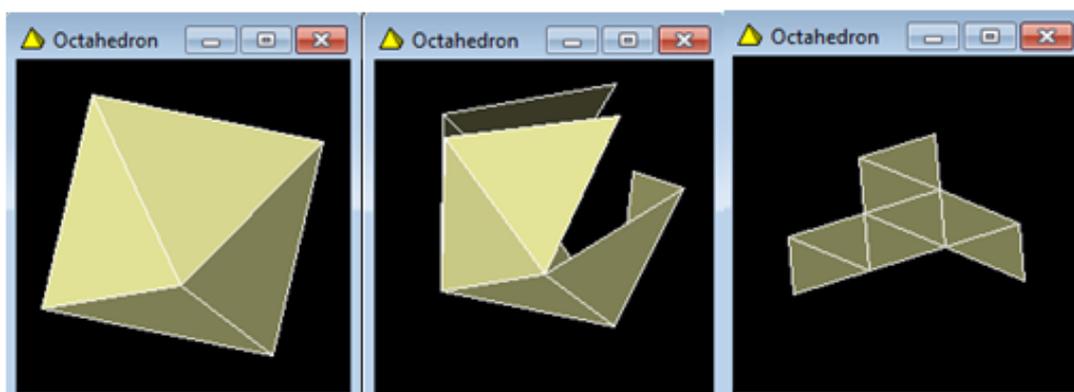


Рисунок 2.

Еще одна программа, которой хотелось бы уделить внимание – это программа «Стереометрия: тела вращения». Данная программа незаменима при изучении тел вращения, поскольку позволяет их получить наглядно.

Программа представляет систему координат, в которой можно построить геометрическую фигуру и которая вращается вокруг выбранной оси.

Например, построим прямоугольный треугольник так чтобы один из его катетов лежал на оси Oz , затем будем его вращать вокруг оси Oz . В результате получим конус.

Полученную фигуру с помощью курсора можно вращать, при этом оси координат исчезают (рис.3).

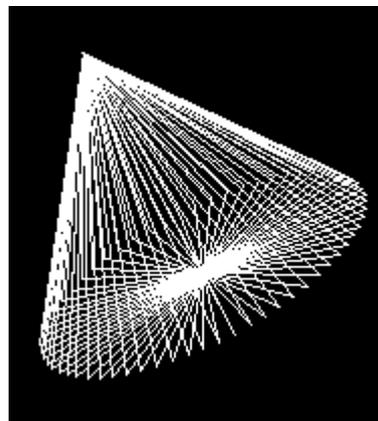


Рисунок 3.

Если треугольник построить, например, в плоскости YOZ , то в результате вращения получим усеченный конус.

Аналогичным образом можно представить цилиндр.

Также программа обеспечивает возможность вращать произвольные выпуклые и невыпуклые многогранники, что позволит учащимся включить в работу свое воображение.

Итак, на основе представленных программ можно сделать следующий вывод:

Эти программы оказывают большую помощь учителю математики при изучении геометрических фигур.

Изложение материала с использованием данных программ вызывает

интерес у учащихся, а также делает процесс обучения геометрии ярким, интересным и наглядным.

Программы повышают темп урока и могут быть использованы в самостоятельной работе учащихся.

Нами разработан элективный курс, при проведении некоторых занятий которого в школе № 22 г. Ростова-на-Дону используются рассмотренные в статье программы. ■

НЕЙРОСЕТЕВОЙ АНАЛИЗ КОРРОЗИОННОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ НЕФТЯНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Константин Александрович МУРАВЬЁВ

к.т.н., Сургутский институт нефти и газа

С использованием метода нейросетевого моделирования впервые изучено влияние наиболее активного компонента хлор-иона среды и модификаторов металла на коррозионно-механическую стойкость трубной стали нефтяного назначения. Определены оптимальные области содержания модифицирующих микродобавок в трубных углеродистых и низколегированных сталях.

Актуальность темы. Как следует из анализа литературных данных [1,4,5,10], трубные углеродистые и низколегированные стали, используемые для изготовления трубопроводов для перекачки нефти, являются одним из важнейших элементов централизованной системы добычи, транспортировки, хранения и распределения нефти и нефтепродуктов. Как правило, по трубопроводам транспортируется водонефтегазовая смесь следующего химического состава (в мг/л): Ca^{2+} 200-1000; Mg^{2+} 40-300; K^+ , Na^+ 3000-8000; NH_4^+ 30-70; Cl^- 6500-14000; HCO_3^- 70-950; $\text{Fe}_{\text{общ}}$ 6-21; H_2S 0,07-2,5; pH 6.0-7.8; O_2 0,2-1,5; CO_2 10-200; SO_4^{2-} 0,5-4,5. При этом содержание механических примесей составляет 10-7000 мг/л; общая минерализация 6-38 мг/л; содержание бактерий в перекачиваемом продукте $6.0 \cdot 10^2 - 2,5 \cdot 10^5$ кл/см³. Температура смеси в среднем 40 °С, а в трубах НКТ- 60...80 °С.

Проведенный авторами статистический анализ повреждаемости трубопроводов в более чем 150 случаях показал, что 65-70% от общего количества коррозионные повреждения труб обусловлены их внутренней коррозией, практически всегда локальной. Коррозионные язвы (питтинги) имеют воронкообразную (часто ступенчатую) форму с достаточно большим отношением ширины к глубине и покрыты слоистыми наростами продуктов коррозии высотой в несколько миллиметров. Наросты имеют форму, близкую к полусферической, и несколько смещены относительно язвы в направлении движения смеси.

При обследовании ряда нефтепроводов обнаружено, что перекачиваемая смесь, находящаяся под напором, имеет кислую реакцию (pH 4-5), несмотря на поддержание в транспортируемой и добываемой системе щелочного водного режима с pH выше 6.8 [5]. Эффект подкисления среды внутри язв в случае коррозии углеродистой и низколегированной стали в водонефтегазовой среде и коррозии железа в хлоридсодержащих растворах отмечался рядом авторов [5,8,10]. Это явление объясняется миграцией через продукты коррозии в язву ионов Cl^- и SO_4^{2-} , обеспечивающих электронейтральность в ее внутренней среде при увеличении в объеме язвы концентрации образующихся в ходе коррозии ионов Fe^{2+} [10]. Гидролиз же сульфатов и хлоридов железа приводит, как доказано экспериментально, к снижению pH [12].

Однако, следует отметить, что разнообразие, большой объем экспериментального материала и, зачастую, неопределенность и противоречивость информации по коррозионному разрушению, полученной с помощью традиционных методик, приводит к необходимости поиска новых, альтернативных методов ее эффективного анализа. Задачи оценки и прогнозирования коррозионного поведения сталей являются ключевыми в общей проблеме управления эксплуатационной надежностью нефтяного оборудования. Возможности их решения заключаются в применении новых информационных технологий, составной частью которых являются интеллектуальные средства обработки информации, такие как искусственные нейронные сети (ИНС). Использование ИНС позволяет создавать качественно новые аппаратные и программные средства, существенно расширяющие классы решаемых задач и повышающие эффективность анализа и прогнозирования [2,6,11].

Конструирование процесса обучения и анализа результатов экспериментов на основе ИНС

В качестве инструментальной среды для моделирования интерфейса выбрана система MATLAB (MATrix LABoratory – матричная лаборатория), разработанная специалистами Math Works, Inc и представляет собой язык программирования высокого уровня для технических вычислений. Достоинством системы MATLAB является ее модифицирование с целью решения различных научно-практических задач. Данная система имеет открытую архитектуру, что позволяет четко применять язык программирования для создания удобных и наглядных визуально-ориентированных средств анализа, построения и моделирования систем. Одним из пакетов современной версии системы MATLAB является Neural Networks (нейронные сети), содержащей средства для построения нейронных сетей, базирующихся на поведении математического анализа нейрона.

Важным при использовании ИНС является настройка архитектуры сети и весов связей для эффективного выполнения поставленной задачи, что реализуется в процессе обучения. Для конструирования процесса обучения, во-первых, необходимо иметь модель внешней среды, в которой функционирует нейронная сеть, знать доступную для сети информацию. Во-вторых, необходимо понять как модифицировать весовые параметры сети, какие правила обучения управляют процессом настройки.

Из существующих трех парадигм обучения, нами использовался процесс обучения «с учителем», т.е. считали, что НС располагает правильными ответами (выходами сети) на каждый входной пример. Веса (коэффициенты) настраиваются так, чтобы сеть давала ответы как можно более близкие к известным правильным ответам. Усиленный вариант обучения с учителем предполагает, что известна только критическая оценка правильности выхода НС, но не сами правильные значения выхода.

Каждый алгоритм обучения ориентирован на сеть определенной архитектуры и предназначен для ограниченного класса задач [11]. В вопросах добычи и перекачки нефтесодержащих продуктов основной целью является обеспечение требуемой эксплуатационной надежности внутрискважинного и наземного оборудования. При этом основными показателями являются скорость локальной коррозии и работа разрушения сталей трубных конструкций. Особенно это имеет важное значение для тех объектов, которые находятся на поздней стадии эксплуатации.

Как показывает анализ результатов обучения на небольшом объеме всех возможных ситуаций, метод нейросетевого моделирования применим к коррозионным процессам, являющихся многофакторными системами, представленными совокупностью коррозионно-электрохимических и усталостно-механических характеристик металла, несимбатно изменяющихся под влиянием различных параметров среды (концентрация, температура, скорость течения, pH и др.). Применение ИНС позволит, на наш взгляд, выявить завуалированные и трудноана-

лизируемые связи.

В настоящей работе впервые предпринята попытка создания и обучения ИНС на основе ограниченного набора экспериментальных данных с целью получения недостающих сведений для корректного определения и инженерного прогнозирования коррозионно-механического поведения трубных сталей нефтяного назначения в близких к нейтральным хлоридным средам. Нейросетевые системы должны достоверно прогнозировать коррозионно-механические характеристики металла: скорость питтинговой коррозии, усталостно - коррозионную прочность, работу разрушения - для любого набора известных параметров среды (pH, концентрация коррозионно-активных анионов) и содержание модифицирующих добавок в металле и классифицировать коррозионную стойкость материала по предсказанным коррозионно-механическим критериям.

Методика эксперимента. Выбор структуры НС (число входов и выходов на каждом нейроне, межнейронных связей и т.д.), способной адекватно воспроизводить функциональные зависимости исследуемого процесса, осуществляли на основании своего опыта, интуиции и сведений из литературы [11,13].

Первоначально исследовали коррозионно-электрохимическое поведение стали 17Г1С в деаэрированных аргоном боратных буферных растворах (pH 3.8-4.0) с добавками 50-800 г/л NaCl. Перед каждым экспериментом поверхность металлических образцов механически шлифовали, полировали и обезжиривали этиловым спиртом. Потенциодинамические поляризационные кривые таких образцов снимали в деаэрированной модельной среде при температуре 40 °С.

За $E_{кор}$ принимали установившийся после окончания катодного восстановления бестоковый потенциал.

В качестве количественных критериев оценки коррозионных свойств материала были выбраны: скорость локальной коррозии $v_{кор}$ (г/м²·ч) и работа разрушения $A_{раз}$ (Дж), содержащие наиболее полную информацию об объекте. Анализ экспериментальных данных показал, что эти два параметра наиболее существенно изменяются в зависимости от содержания модификаторов в металле и хлоридов в среде. Для исследований использовали НС с двумя входами и тремя выходами, причем для каждого вида испытаний (на воздухе и в растворе NaCl) создавали свою НС. Структура НС (рис.1) включает 1,2,3-нейроны; X_1, X_2 -входные сигналы (значение концентраций NaCl в модельной испытательной среде и РЗМ в металле, т.е. C_{NaCl} и $C_{РЗМ}$); W_{ij} -весовые коэффициенты; Y_1, Y_2, Y_3 -выходные сигналы (критерии $E_{кор}, v_{кор}, A_{раз}$).

Такую НС рассмотренного типа в принятой терминологии именуют перцептроном с одним скрытым слоем нейронов. Как отмечают многие авторы [6,7,11,13], большинство прикладных задач связано с применением такого типа сетей, поскольку они наиболее изучены и даже одного скрытого слоя до-

статочно для решения многих задач, в частности в области металлургии.

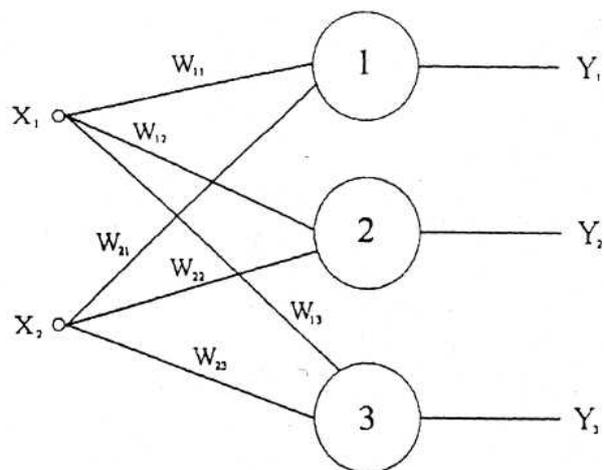


Рисунок 1. Структурная схема нейросети

Оптимальное количество нейронов в скрытом слое НС выбирали с применением нейрогенетического алгоритма, который обеспечивает быстрый поиск оптимальной структуры НС [7]. Для каждого из исследуемых критериев коррозионной стойкости трубной стали анализировали 25 вариантов сети. В процессе обучения НС набор опытных данных случайным образом разделялся на две группы - обучающую (70% данных используется непосредственно для обучения) и тестовую (30% данных используется для контроля способности НС к обобщению информации).

В процессе обучения НС все данные обучающего подмножества многократно участвовали в процедуре определения и изменения их весовых коэффициентов (значимости) в обучаемой сети. Кроме того, данные тестового подмножества в подобных процедурах не участвовали, так как их основное назначение - постоянный контроль способности НС к прогнозированию данных, не использованных в процессе обучения. Процесс обучения продолжали до тех пор, когда достигали минимальную ошибку на тестовом подмножестве, при этом оценивали не только абсолютную величину ошибки, но и тенденцию ее изменения в процессе обучения сети. Выбор алгоритма обучения определяли, в основном, быстротой достижения и качеством оптимальных параметров обученной НС.

Созданные нейросетевые модели определяли оптимальные значения $v_{\text{кор}}$ и $A_{\text{раз}}$ по любому набору известных параметров - концентрациях NaCl в модельных растворах и модификаторов в металле, а также вида испытываемой среды. Созданные НС были реализованы с помощью пакета Statistica Neural Network. С использованием обученных НС были получены обобщенные зависимости коррозионно-механических характеристик трубной стали от параметров раствора и химического состава стали и на их основе выполнен прогноз по коррозионной стойкости материала.

С помощью Visual Basic обученные НС интегрировали в Excel в виде программных модулей, что

позволило быстро анализировать большие массивы данных и визуально изображать результаты работы НС стандартными средствами без разработки интерфейса пользователя и системы ввода-вывода данных.

Таким образом, нейросети, используемые в данной работе, состоят из формальных нейронов, один из которых представлен на рис.2.

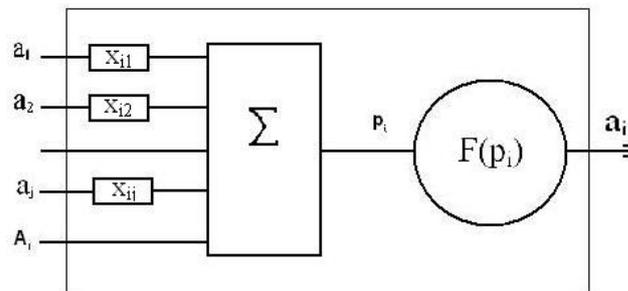


Рисунок 2. Схема формального нейрона:

A_i - внешние входные сигналы; a_j - входные сигналы от других нейронов; x_{ij} - веса межнейронных связей; Σ - сумматор; $F(p_i)$ - нелинейный преобразователь; a_i - выходной сигнал нейрона

Для осуществления задачи прогнозирования свойств сталей был использован алгоритм обратного распространения ошибки, или двойственного функционирования, который обладает достаточной гибкостью и хорошо справляется с подобными задачами. Нейросети, использующие алгоритм двойственного функционирования, как правило, многослойны (между первым и последним слоями нейронов находятся скрытые), и при обучении информация последовательно пропускается через слои. Полученные на выходе ошибки "прогоняются" через нейросеть в обратном направлении, и выходные сигналы корректируются.

Достоинство идеи обратного распространения состоит в том, что она позволяет оценить ошибки для нейронов скрытых слоев. Известные ошибки, делаемые нейронами выходного слоя, возникают вследствие неизвестных пока ошибок нейронов скрытых слоев. Чем больше значение синаптической связи между нейроном скрытого слоя и выходным нейроном, тем сильнее ошибка первого влияет на ошибку второго. Следовательно, оценку ошибки элементов скрытых слоев можно получить как взвешенную сумму ошибок последующих слоев. При обучении информация распространяется от низших слоев к высшим, а оценки ошибок, делаемые сетью - в обратном направлении, что и отражено в названии метода.

Простой вариант одного из лучших современных нейросетевых алгоритмов (2-го поколения) - алгоритм двойственного функционирования, усовершенствованный вариант которого использован в программе "Модель", разработанной под руководством В. А. Охонина (Институт биофизики СО РАН, г. Красноярск). Программа интегрируется в электронные таблицы "Microsoft Excel" и одним из ее достоинств является возможность использования ресурсов этого пакета, в том числе и средств оптимизации. Алгоритм двойственного функционирования

ния описывается следующими уравнениями:

функционирование нейронов нейросети

$$a_i^{k+1} = \frac{p_i^k}{(a + |p_i^k|)}, \quad p_i^k = \sum x_j a_j^k + A_i^k,$$

где a_i - состояние выходных нейронов (выходные данные); k - номер такта функционирования нейросети; i - номер нейрона; a - константа; a_j - состояние других нейронов; x_{ij} - веса межнейронных связей; A_i - состояние входов нейросети (исходные данные); j - номер входа нейрона.

Правило модификации весов связей при обучении сети

$$x_j^{m+1} = x_j^m + \Delta x_j^m \Delta t,$$

где m - номер цикла адаптации, Δt - шаг модификации,

$$\Delta x_j^m = -\sum_{k=0}^p \Delta_i^k a_j^k,$$

где Δ_i для всех k вычисляется как

$$\Delta_i^{k-1} = \frac{\left(\sum x_j \Delta_j^k + \frac{\partial H}{\partial a_i^k} \right) (1 - |a_i^k|)^2}{a}.$$

$$H = \frac{1}{2} \sum_{i,k} (a_i^k - \delta_i^k)^2,$$

Целевая функция для нейронной сети

где δ_i - требуемое состояние нейрона.

Описанная процедура является итерационной и прекращается по достижении требуемой точности решения задачи или по истечении времени, выделенного на обучение нейросети.

Применение нейросетевого анализа позволило получить нейронную модель, способную прогнозировать коррозионную стойкость сталей в зависимости от их химического состава и концентрации коррозионно-активной среды.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Набор экспериментальных данных ($v_{кор}$, $A_{раз}$ трубной стали 17Г1С с переменным содержанием микродобавок иттрия, церия, циркония, бария и кальция в средах с различными концентрациями NaCl и при различных методах испытаний) получен в ограниченном диапазоне условий (табл. 1-3), что затрудняет полномасштабный анализ за-

висимостей коррозионно-механических характеристик от параметров раствора и химического состава сталей. Очевидным является лишь наличие определенно нелинейных связей между переменными.

Учитывая, что структура и методы обучения НС не определяются природой изучаемых характеристик объекта, а зависят от количества экспериментальных данных, подаваемых на входы НС, оптимального числа нейронов в скрытом слое и сложности изучаемого процесса, поэтому ошибки обучения и тестирования выбранной структуры НС различны для каждого из двух анализируемых критериев (табл. 4). Среднеквадратичные ошибки обучения и тестирования составляют соответственно 0,6-2,9 и 0,3-2,4%, что свидетельствует о хорошей обученности НС и их способности с достаточно малой ошибкой предсказывать значения каждого из оцениваемых критериев.

Таблица 1. Работа разрушения сталей с модифицирующими микродобавками, Дж

Условное обозначение стали	Разрушение на воздухе			Разрушение в среде NaCl		
	Прогноз нейросети	Эксперимент	ϵ , %	Прогноз нейросети	Эксперимент	ϵ , %
Сталь 17 Г1С	4,46	4,15	6,95	1,32	1,25	5,30
Ц1	4,27	4,21	1,41	2,62	2,49	4,96
Ц2	4,40	4,33	1,41	3,86	3,68	4,66
Ц3	4,70	4,62	1,70	4,25	3,99	6,12
Б1	4,49	4,43	1,66	2,94	1,82	3,81
Б2	4,82	4,79	1,62	2,20	2,03	5,46
Б3	0,73	5,63	1,75	2,98	2,86	7,00
И1	4,93	4,82	2,23	2,20	2,06	6,36
И2	5,95	5,76	3,19	3,22	2,98	7,45
И3	6,62	6,45	2,56	4,05	3,80	6,17
С1	5,18	5,01	3,28	2,70	2,52	6,67
С2	6,39	6,18	3,29	3,66	3,53	3,55
С3	7,50	7,12	5,06	4,29	4,02	6,29
К1	4,49	4,32	3,79	1,79	1,66	7,26
К2	5,02	4,83	3,79	2,22	2,16	2,70
К3	5,49	5,22	4,92	2,98	2,78	6,71

В качестве примера на рис.3 и 4 приведены некоторые результаты обучения НС для $E_{кор}$ (а) и $A_{раз}$ (б). Анализ данных этих рисунков показывает: чем лучше обучена НС, тем ближе экспериментальные и предсказанные нейросетью значения $E_{кор}$ и $A_{раз}$, т.е. корреляционная кривая их должна располагаться

Таблица 2. Коррозионные свойства стали 17Г1С в модельных средах с NaCl

Скорость коррозии, г/м ² · ч																	
Эксперимент						Прогноз нейросети						ϵ , %					
Среда I с NaCl, г/л			Среда II с NaCl, г/л			Среда I с NaCl, г/л			Среда II с NaCl, г/л			Среда I с NaCl, г/л			Среда II с NaCl, г/л		
50	100	200	50	100	200	50	100	200	50	100	200	50	100	200	50	100	200
0,052	0,074	0,082	0,031	0,052	0,059	0,056	0,079	0,086	0,033	0,0536	0,064	7,14	6,33	4,65	6,1	2,99	7,81

Примечание: В таблице приведены средние значения экспериментальных результатов измерений и прогнозных данных нейросетевого анализа. Колебания значений не превышает 10 %.

под углом 45 градусов к осям координат.

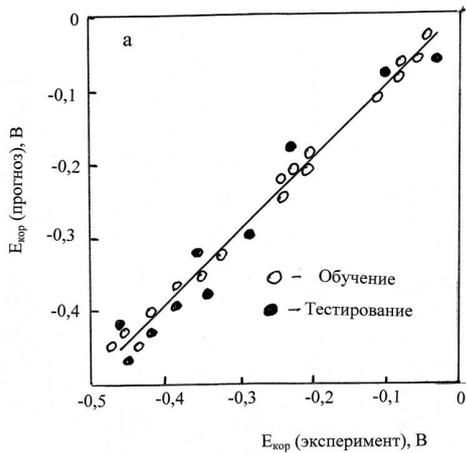


Рисунок 3. Зависимость предсказанных обученной НС значений $E_{кор}$ от экспериментально наблюдаемых значений

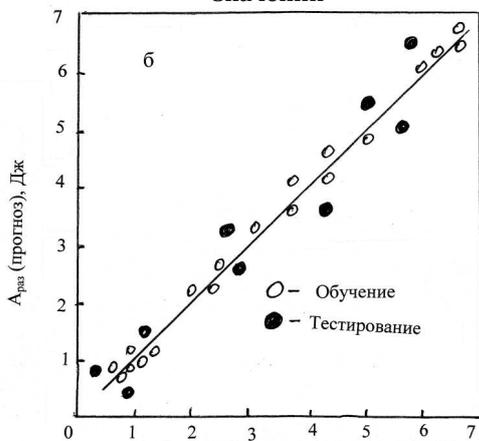


Рисунок 4. Зависимость предсказанных обученной НС значений $A_{раз}$ от экспериментально наблюдаемых значений

Таблица 3. Коррозионные свойства сталей с модифицирующими добавками (150 г/л NaCl; 40°

Условное обозначение стали	Разрушение на воздухе			Разрушение в среде NaCl		
	Прогноз нейросети	Эксперимент	ϵ , %	Прогноз нейросети	Эксперимент	ϵ , %
Сталь 17 Г1С	0,073	0,068	6,85	0,055	0,052	5,17
Ц1	0,045	0,042	2,17	0,0347	0,034	2,02
Ц2	0,020	0,018	10,0	0,032	0,029	10,00
Ц3	0,0089	0,085	4,49	0,022	0,023	4,35
Б1	0,0453	0,044	2,87	0,034	0,033	2,94
Б2	0,0342	0,033	3,51	0,0263	0,025	4,94
Б3	0,0195	0,018	7,69	0,0128	0,014	9,09
И1	0,0362	0,035	3,32	0,0264	0,028	5,71
И2	0,0218	0,020	8,26	0,0154	0,014	9,09
И3	0,011	0,010	9,09	0,0050	0,0048	4,00
С1	0,043	0,042	2,33	0,033	0,032	3,03
С2	0,0188	0,018	4,26	0,0127	0,012	5,51
С3	0,0083	0,008	3,61	0,0070	0,0072	2,78
К1	0,042	0,043	2,33	0,0351	0,034	3,13
К2	0,0316	0,031	1,90	0,024	0,022	8,33
К3	0,0212	0,020	5,66	0,0144	0,013	5,72

Таблица 4. Оптимальные параметры НС для прогнозирования характеристических потенциалов и ошибка НС при обучении и тестировании

Критерии свойств на выходе сети	Количество нейронов в скрытом слое сети	Ошибка обучения сети	Ошибка тестирования сети	Алгоритм обучения	Число циклов обучения
$V_{\epsilon id}$	4	0,0056	0,00298	МНК	252
$A_{раз}$	6	0,0289	0,0240	ССГ	235

Примечание: МНК-метод наименьших квадратов; ССГ-спуск по сопряженным градиентам.

При оценке влияния каждого из входных параметров (содержание в растворе NaCl и концентрация модификаторов в металле) на качество прогноза, критерием значимости фактора служила степень ухудшения работы НС в случае его отсутствия. Такой подход приемлем в нашем случае, когда взаимное влияние входных параметров отсутствует [5,6].

Для автоматического распознавания переменной и оценки ее важности в объеме обучающего и тестового подмножества применяли известные из компьютерной технологии параметры, в частности: «Ранг», «Ошибка» и «Отношение».

Основной параметр для оценки качества распознавания - «Ошибка» - выражается в процентах (или долях) и вычисляется следующим образом:

$$\Delta = \frac{N - N^*}{N} \cdot 100, \%$$

где Δ - ошибка распознавания; N - число распознаваемых образцов; N^* - число образцов, определенных правильно.

Параметр «Ошибка» показывает ошибку НС при исключении определенного входного параметра из ее структуры. Исключение наиболее важных входных параметров закономерно порождает наибольшую ошибку прогнозирования, тем самым указывая на ухудшение работы НС.

Параметр «Отношение» показывает соотношение между параметром «Ошибка» и ошибкой НС при включении в ее структуру всех входных параметров, т.е. равен кратности роста ошибки НС при исключении определенного входного параметра из ее структуры. Так, если параметр «Отношение» ≤ 1 , то рассматриваемый входной параметр, по крайней мере, не влияет на качество обучения, а если >1 - влияет, и тем существеннее, чем «Отношение» больше.

Параметр «Ранг» располагает в ряд по значимости входные параметры исходя из величины параметра «Ошибка».

Анализ данных, приведенных в табл.5, показывает, что сильнее всего на характеристики коррозионного поведения трубных сталей влияет концентрация хлорида (при примерно постоянном

pH 4.0 среды) и значительно слабее содержание модификаторов РЗМ и ЩЗМ в сталях. При этом на работу разрушения существенное влияние оказывают оба входных параметра, причем наибольшее концентрация хлор-ионов. Обученные НС использовали для прогнозирования $E_{кор}$, $v_{кор}$ и $A_{раз}$ как внутри области экспериментально апробированных входных параметров (см. табл. 1-3), так и за ее пределами. Как видно из рис. 5, параметр $E_{кор}$ сложным образом зависит от концентрации хлорида среды и содержания РЗМ в металле, однако видны некоторые общие закономерности.

Таблица 5. Влияние концентрации хлорсодержащего раствора и модифицирующей добавки на коррозионно-механические характеристики стали 17Г1С

Параметр	Входные переменные			
	Обучение		Тестирование	
	Содержание РЗМ	Концентрация Cl-	Содержание РЗМ	Концентрация Cl-
Потенциал коррозии				
Ранг	2	1	2	1
Ошибка	0,058	0,163	0,033	0,125
Отношение	8,234	23,432	1,121	3,567
Скорость коррозии				
Ранг	2	1	2	1
Ошибка	0,023	0,0952	0,011	0,072
Отношение	1,403	6,435	0,421	6,473
Работа разрушения				
Ранг	2	1	2	1
Ошибка	0,038	0,070	0,028	0,043
Отношение	1,292	2,342	2,463	3,012

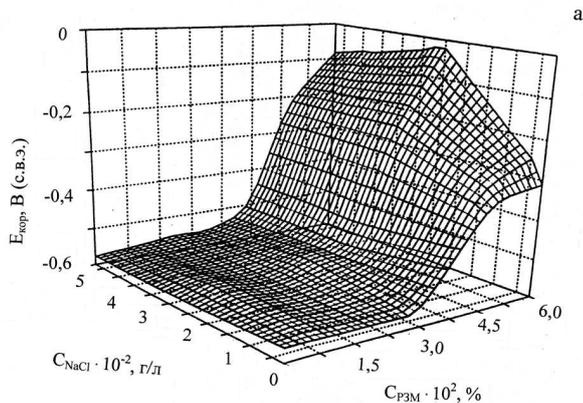


Рисунок 5. Зависимость предсказанного ИНС параметра $E_{кор}$ от концентрации хлоридных сред и содержания модификаторов РЗМ в стали

Так, при содержании РЗМ менее 0,02%, $E_{кор}$ довольно отрицателен, незначительно возрастает с уменьшением C_{P3M} и практически не зависит от концентрации аниона хлорида. В рассматриваемой области изменения C_{P3M} при установившемся в условиях деаэрации $E_{кор}$ сталь растворяется активно.

В небольшом интервале роста содержания C_{P3M} (0,02-0,045%) параметр $E_{кор}$ стали (вследствие ее пассивации) резко смещается в положительном направлении и в области пассивности начинает зависеть от концентрации хлорид-ионов.

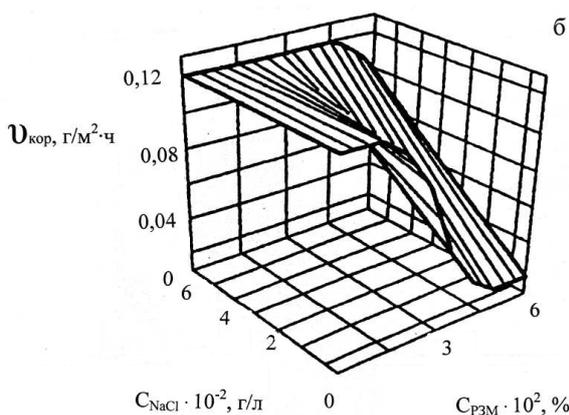


Рисунок 6. Зависимость предсказанного ИНС параметра $v_{кор}$ от концентрации хлоридных сред и содержания модификатора РЗМ в стали

Данные рис.6 показывают, что при низких содержаниях РЗМ в металле (<0,03%) скорость питтинговой коррозии высока почти во всем интервале изменений концентрации хлор-ионов в среде, лишь при $C_{P3M} > 0,03\%$ и $C_{NaCl} \leq 100...150$ г/л параметр $v_{кор}$ резко снижается, что хорошо согласуется с результатами многолетних наблюдений за состоянием оборудования на нефтяных промыслах.

Аналогичная картина наблюдается на рис.7, где показана зависимость $A_{раз}$ от концентраций C_{P3M} и C_{NaCl} . Видно, что при незначительном содержании модификаторов в металле ($\leq 0,03\%$) работа разрушения опытных образцов, помещенных в раствор, содержащий хлор-ионы, характеризуется низкими значениями, что свидетельствует о слабой сопротивляемости металла коррозионно-механическому разрушению. Введение модификаторов РЗМ в количестве (0,03-0,06%) способствует повышению коррозионно-механической стойкости металла даже в средах, содержащих значительное (свыше 150-200 г/л) количество NaCl, что согласуется с результатами, полученными многими учеными - коррозийщиками [1,8-13].

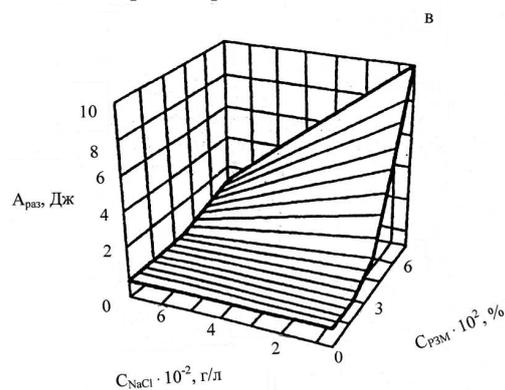


Рисунок 7. Зависимость предсказанного ИНС параметра $A_{раз}$ от концентрации хлоридных сред и содержания модификатора РЗМ в стали

Таким образом, полученные НС позволили проанализировать, как соотносятся между собой рассматриваемые критерии свойств трубных сталей, и определить состояние коррозионной системы при изменении характеристик среды, в том числе лежащих вне пределов области экспериментов.

Для выяснения какому типу коррозионного процесса соответствуют определенные условия среды в зависимости от степени экономного модифицирования стали РЗМ, необходимо было с помощью обученных НС получить наборы зависимостей $v_{кор} = f(C_{NaCl}, C_{РЗМ})$. Линии пересечения областей с различной скоростью коррозии и будут определять границы состояний коррозионной системы.

Полученные с помощью нейромоделирования результаты представлены на рис.8, откуда видны 4 области коррозионного состояния стали, эксплуатируемой в хлорсодержащей среде: 1-активное растворение; 2-стабильная пассивность; 3-неустойчивая пассивность; 4-питтинговая коррозия.

Таким образом, НС позволила однозначно определить области коррозионного состояния трубной стали 17Г1С и показать, что при отсутствии модифицирования она склонна к питтинговой коррозии в щелочных хлоридных смесях средних и высоких концентраций.

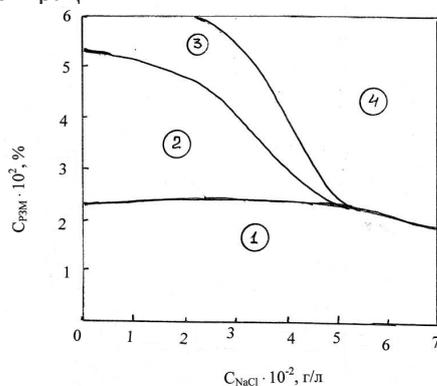


Рисунок 8. Предсказанные НС области коррозионного состояния трубной стали 17Г1С в близких к нейтральным средах: 1. активное растворение; 2. устойчивая пассивность; 3. неустойчивая пассивность; 4. питтинговая коррозия

Полученные данные имеют важное практическое значение, в частности: при эксплуатации углеродистых и низколегированных сталей в коррозионно-активных хлорсодержащих средах, присущих многим нефтяным месторождениям Западной Сибири, даже значительные концентрации хлор-ионов не

вызовут локальной коррозии сталей при условии их экономного модифицирования добавками РЗМ. Кроме того, зависимости, изображенные на рис.5, позволяют, не проводя трудоемких экспериментальных исследований, качественно прогнозировать коррозионное поведение стали в конкретных растворах.

Обученная НС позволяет расширить диапазон предсказуемых значений значащих факторов за пределы экспериментальных данных, в частности спрогнозировать значения $v_{кор}$ и $A_{раз}$ в очень разбавленных или концентрированных растворах солей в кислых или щелочных областях pH. Хотя ошибка прогноза, получаемого с помощью НС, увеличивается по мере удаления за пределы экспериментальных данных, однако в инженерной практике эксплуатации промышленного оборудования по добыче и перекачке нефти этого зачастую может быть вполне достаточно.

Выводы

1.С использованием метода нейросетевого анализа установлена закономерность влияния модифицирующих микродобавок на коррозионную стойкость трубных сталей нефтяного назначения, что позволяет выбирать их оптимальные содержания, обеспечивающие высокую коррозионно-механическую стойкость сталей, контактирующих с хлорсодержащими средами.

2.Впервые показано, что нейросетевое моделирование коррозионных процессов является эффективным инструментом анализа, систематизации и обобщения экспериментальных данных в условиях воздействия многих факторов внешней среды (анионный состав, температура, pH и др.) и недостатка информации.

3.С использованием нейросетевого моделирования установлено, что в близких к нейтральным хлоридных средах даже с увеличением концентрации анионов-активаторов коррозионных процессов стойкость к локальной коррозии и коррозионно-механическому разрушению достаточно высока тех трубных сталей, которые экономно модифицированы РЗМ и ЩЗМ в количестве 0,025-0,045%. ■

Библиографический список

1. Василенко И.И., Мелехов Р.К. Коррозионное растрескивание сталей.- Киев: Наукова думка, 1974.-265 с.
2. Горбань А.Н., Дунин-Барковский В.Л., Кирдин А.Н. и др. Нейроинформатика. Новосибирск.: Наука. Сибирское отделение РАН. 1998. - 296 с.
3. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. М.: СП ПараГраф, 1991.- 156 с.
4. Гуляев А.П. Коррозионная стойкость тугоплавких металлов.- М.: Недра, 1982.- 117 с.
5. Макаренко В.Д., Ковенский И.М., Прохоров Н.Н. и др. Коррозионная стойкость сварных металлоконструкций нефтегазовых объектов.- М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2000.-500 с.
6. Мамаев А.И., Борилов В.Н., Мамаева В.А. Компьютерная система измерения электрических параметров микроплазменных процессов в растворах/ Защита металлов. 2005. №1. С 1-6.
7. Нейронные сети в Statistica Neural Network. Пер. с англ. М. Горячая линия- Телеком. 2000.- 182 с.
8. Рейзин Б.Л., Стрижевский И.В., Шевелев Ф.А. Коррозия и защита трубопроводов.- М.: Стройиздат, 1979.- 398 с.
9. Розенфельд И.Л. Коррозия и защита металлов. М.: Металлургия, 1979.- 448с.
10. Розенфельд И.Я. Коррозия и защита металлов.- М.: Металлургия, 1979.- 448 с.
11. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника. М.: Мир, 1992.- 185 с.
12. Эванс Ю.Р. Коррозия и окисление металлов.- М.: Машгиз, 1962.- 856 с.
13. Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. Learning internal representation by error propagation. Rumelhart D.E. and McClelland J.L., eds. Parallel Data Processing. V. I. Cambridge. MA.: The M.I.T. Press. 1986. P. 318.

ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ – БУДУЩЕЕ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Алексей Валерьевич ШИШЕЯ

*Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ»
в г. Смоленске (СФ МЭИ)*

Владимир Сергеевич МАРКОВ

*к.т.н., доцент кафедры электроэнергетических систем,
Филиал Национального исследовательского университета «МЭИ»
в г. Смоленске (СФ МЭИ)*

Технология построения интеллектуальной энергосистемы (**Smart Grid**) – это **современный этап** развития электроэнергетики не только в России, но и во всем мире. В России, как стране с рядом традиций в электроэнергетике, сети, построенные на основе данной технологии получили название активно-адаптивных электрических сетей. Для того чтобы разобраться в том, что означает это понятие достаточно проанализировать его название.

Во-первых, сети активные. В этих сетях каждый их элемент является активным, то есть он не просто выполняет свои функции, но также и участвует в формировании потока данных по состоянию сети в режиме онлайн в каждый отдельный момент времени, собирает информацию по участку сети, в которой он расположен, снимает параметры и передает их по каналам связи в «командный центр», где уже на основе полученных данных от всех элементов делаются выводы о состоянии сети.

Во-вторых, сети адаптивные. Это означает, что в любой момент сеть способна адаптироваться к меняющимся условиям режима, а в случае аварии способна переконфигурировать себя таким образом, чтобы сохранить поток передаваемой мощности до потребителей.

Таким образом, электроэнергетические сети будущего будут по своему поведению напоминать современные компьютерные сети. В связи с этим в середине 2011 года мировой лидер в области сетевых технологий корпорация Cisco Systems и ОАО «ФСК ЕЭС» подписали меморандум о взаимопонимании по вопросам построения интеллектуальной сети России на 3 года с возможностью последующей пролонгации. Он заключен в целях организации взаимовыгодного долгосрочного сотрудничества в сфере электроэнергетики и направлен на повышение

надежности и эффективности функционирования электросетевого комплекса России. В соответствии с ним обе компании намерены развивать научно-техническое сотрудничество, проектировать, разрабатывать и вводить в эксплуатацию инновационное оборудование с привлечением готовых решений и технологий Cisco. В частности, были достигнуты договоренности об организации долгосрочного сотрудничества в сфере разработки и реализации проектов по созданию интеллектуальной сети, связанных, в том числе, с системами управления интеллектуальной сетью, обеспечением ее эффективности и безопасности. Меморандум предусматривает, что сотрудничество может осуществляться с привлечением сторонами научно-исследовательских учреждений, вузов, фирм, научных и иных организаций.[3]

Концепции интеллектуальной энергосистемы включает в себя несколько этапов внедрения:

1 Интеллектуальный учет.

Усовершенствованный вариант учета электрической и тепловой энергии, который более детально определяет показатели потребления и использует коммуникационные средства для передачи информации с помощью сетевых технологий с целью мониторинга и осуществления расчетов.

1.1. Автоматизированные снятия показаний;

1.2. Двусторонняя коммуникация с потребителем;

1.3. Удаленное управление приборами;

1.4. Интервальная/многотарифная тарификация;

1.5. Оптимизация операционной деятельности.

2. Интеллектуальные сети.

Интеллектуальная, автоматически балансирующая, самоконтролируемая энергетическая сеть, спо-



Рисунок 1. Концептуальная модель интеллектуальной энергосистемы

собная принимать энергию из любого источника и преобразовывать ее в конечный продукт для потребителей с максимальным уровнем автоматизации.

2.1. Автоматизированные системы работы с потребителями;

2.2. Частичная автоматизация сети с функционалом самовосстановления;

2.3. Удаленное управление и контроль сети;

2.4. Активное использование аналитик для оптимизации движения электроэнергии;

2.5. Автоматизированная диспетчеризация работ;

2.6. Управление активами по состоянию.

3. Умный город.

Метод объединения усилий электроэнергетической компании и муниципалитета с целью участия в инвестициях, необходимых для создания интеллектуальной энергосистемы, и совместного выполнения инициатив по обеспечению устойчивости ее работы. Концепция умного города поддерживается технологиями интеллектуального учета и интеллектуальных сетей.

3.1. Интеллектуальные бытовые приборы;

3.2. Распределенная генерация;

3.3. Электромобили;

3.4. Возобновляемые источники электроэнергии;

3.5. Автоматически управляемая и самовосстанавливающаяся сеть;

3.6. Доступность информации в режиме реального времени;

3.7. Полномасштабный функционал мониторинга и дистанционного управления.[2]

Реализацией концепции Smart Grid в России занимается холдинг МРСК. Основными поставщиками инновационного оборудования для Smart Grid выступают компании ABB, Cisco, Oracle, Hitachi, Itron, PSI AG, Schneider Electric, GE Energy. Интеграторы отрасли проявляют Alliander, BC Hydro, EDF, Enel и RWE.

Внедрение концепции пока только начинает набирать обороты. Основная тормозящая сила кроет-

ся не только в недостатке финансирования в этой области, но и неподготовленности и моральной старости 80% установленного в российских сетях оборудования. По мнению начальника департамента информатизации и бизнес-технологий МРСК Сергея Цымбала, главной причиной, препятствующей массовому распространению технологии Smart Grid в России, стало значительное количество потребителей, предъявляющих разные требования к качеству электрической энергии, а также отсутствие стандартов и нормативов. [1]

Основной упор по внедрению в настоящее время делается на усовершенствования в области учета электроэнергии. Применительно к 2 пункту концепции вводятся в строй аппараты, полностью соответствующие технологии, но не организуются в полной мере каналы связи. По пункту «умного города», в стране существует «экспериментальный полигон» для проверки действенности технологии. Этим местом является город Белгород. В ряде распределительных сетей Белгорода установлены специальные устройства, помогающие с большой точностью определить, в каком месте произошел разрыв проводов, и отключить только небольшое количество потребителей электроэнергии. В городе уже действует «умное освещение», позволяющее контролировать энергопотребление, состояние сетей, число работающих ламп, а также поэтапно управлять уличным освещением в зависимости от условий видимости и количества людей на улице. Кроме того, в 2011 году ОАО «МРСК Центра», правительство Белгородской области, мэрия города Сан-Диего (США) и американская Газовая электрическая компания Сан-Диего (SDG&E) подписали Меморандум о взаимопонимании в реализации программы партнерства в сфере повышения энергоэффективности и развития технологий «умных сетей» (SmartGrid). Это стало важным этапом в развитии совместных договоренностей президентов России и США по укреплению сотрудничества между двумя странами в области энергетики.

По данным Федеральной сетевой компании Единой энергетической системы (ФСК ЕЭС) введение в России «умных сетей» позволит не только уменьшить потери электроэнергии на 25%, но и

- сэкономить 34-35 млрд. кВт·ч в год (в США – 2.9 млрд. кВт·ч), при нынешних ценах на электричество ежегодная экономия составит более 50 млрд. руб.;

- в десятки раз уменьшить выбросы в атмосферу вредных веществ, выделяющихся при сжигании топлива, использование которое также сократится;

- более эффективно использовать имеющуюся энергию;

- интегрировать и распределять энергию из альтернативных источников;

- в автоматическом режиме диагностировать и устранять возникающие проблемы;

- поставлять электричество в необходимом коли-

честве;

- сократить затраты энергоресурсов (например, в США при внедрении Smart Grid потребление нефти может уменьшиться на 6,2 барреля в сутки).

Несмотря на все положительные эффекты, ожидаемые от внедрения интеллектуальной энергосистемы при ее реализации придется столкнуться с вышеупомянутыми проблемами, решение которых потребует нестандартного подхода к вопросу. Вопреки этому технология Smart Grid продолжает распространяться. По экспертным оценкам во всем мире к началу 2009 года работало около 2 млн. "интеллектуальных" сетей, которые управляли освещением, напряжением, климатом. Ожидается, что к 2015 году правительства, организации различных стран вложат около 200 млрд. долл. в развитие и внедрение технологий Smart Grid. ■

Библиографический список

1. Калышева Е. «Электросети поумнеют», «Российская бизнес-газета» №752(19), июнь 2010 г.;
2. Щетинин С. «Основные тенденции развития интеллектуальных технологий в мировой электроэнергетике», Москва, ноябрь 2010 г.;
3. <http://www.mrsk-1.ru>;
4. <http://www.smartcity-project.ru>.

РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА ЗАЩИЩЁННОГО ОБМЕНА ВИДЕОИНФОРМАЦИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННОГО АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ

Сергей Викторович КЛЮЕВ

Московский государственный институт электроники и математики

В настоящее время актуальным является вопрос обеспечения защиты информации при передаче видео- и аудиоданных. Это связано с развитием систем видео- и аудиосвязи. Как правило, обмен такой информацией осуществляется по сетям общего пользования (Интернет или арендованные каналы). Передаваемые данные являются конфиденциальными, а, следовательно, требуют защиты [1].

На данный момент у существующих решений можно выделить два главных недостатка:

Закрытость исходных кодов.

Такие решения, как Skype [2], используют закрытый протокол обмена информацией, не предоставляя никакой официальной документации о детальных способах преобразования и передачи информации.

Недоверенные средства криптографической защиты или их отсутствие.

Программа голосовой связи Ekiga [3] использует открытые средства для установления соединения, но не поддерживает шифрование передаваемого трафика, что несёт в себе угрозу безопасности передаваемой информации.

Таким образом, существующие на данный момент средства организации видео- и аудиообмена не обладают достаточной степенью доверия при передаче конфиденциальной информации.

Данная статья описывает протокол защищённого обмена видеоинформацией, который был разработан с использованием открытых средств разработки для организации защищённого обмена между пользователями.

Рассмотрим структуру преобразований, описывающую способ передачи и воспроизведения видео- и аудиосигналов (рисунок 1 и 2).

В качестве средства криптографической защиты передаваемых данных избран алгоритм симметричного шифрования ГОСТ 28147-89 [4]. Выбор

данного алгоритма обеспечен его стойкостью к различным атакам, а также возможностью применения данной разработки в государственных структурах. ГОСТ 28147-89 применяется к захваченным видео- и аудиоданным в режиме гаммирования с обратной связью. К зашифрованным данным добавляется синхропосылка, которая необходима для процесса расшифровывания. При создании каждого нового блока зашифрованных данных происходит смена синхропосылки, которая генерируется средствами криптографической библиотеки libAxel [5].



Рисунок 1

Синхронизация и воспроизведение принимаемых данных

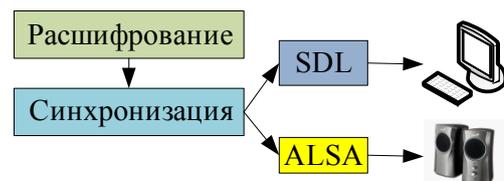


Рисунок 2

Процесс захвата изображения разработан с использованием V4L2 [6]. Захват аудиосигналов разработан с использованием ALSA [7].

В процессе компрессии видеоданных использован свободно распространяемый видеокодек MJPEG

[8]. Для аудиоданных использован открытый аудиокодек Speex [9].

При воспроизведении видеосигналов была использована свободно распространяемая мультимедийная библиотека SDL [10].

В процессе осуществления приёма данных разработан алгоритм синхронизации видеоданных по аудиоданным, который основан на сопоставлении временных штампов.

В качестве «полигона» для испытаний была создана беспроводная сеть, с использование WiFi роутера, что позволило протестировать программный комплекс с использованием различных клиентских компьютеров. Результаты испытаний приведены на графиках 1 и 2.

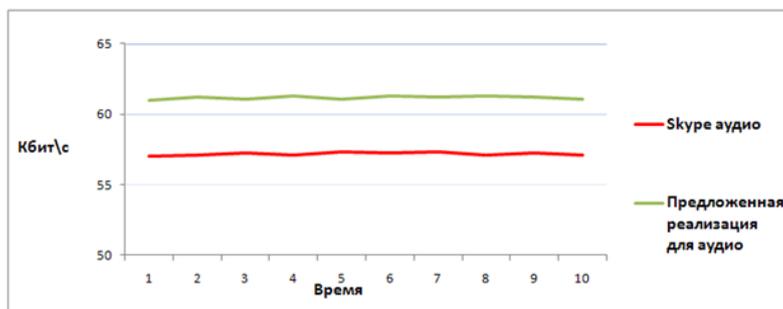


График 1

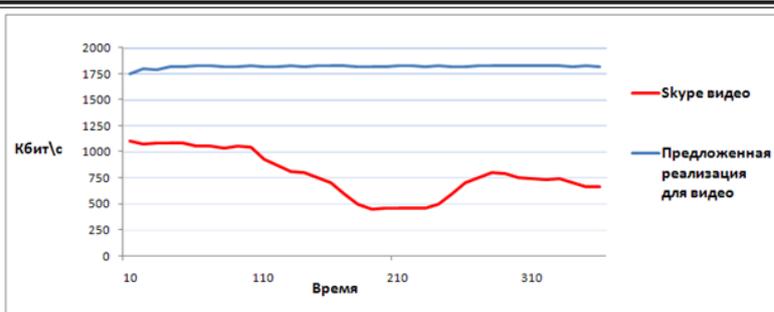


График 2

Как можно видеть, нагрузка на сеть при передаче аудиоданных для предложенной реализации несколько выше, чем у Skype, но незначительно. Для видеоданных разница довольно существенна, это связано с тем, что Skype использует алгоритм передачи изменений в изображении, что позволяет ему со временем уменьшить объём передаваемой информации. В предложенной реализации используется покадровое сжатие, из чего следует неизменность нагрузки на сеть.

Таким образом, есть пути для улучшения данного продукта путём внедрения более совершенных кодеков.

Разработка осуществлена на языках программирования C/C++. На текущий момент программная реализация протокола защищённого видеосоединения разработана для систем семейства Linux. ■

Библиографический список

1. А. С. Кабанов, А. Б. Лось, А. С. Першаков. Теоретические основы компьютерной безопасности. Москва 2009.
2. Интернет ресурс: www.skype.com. Официальный сайт.
3. Интернет ресурс: www.ekiga.org. Официальный сайт.
4. ГОСТ, 28147-89. www.protect.gost.ru. Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования.
5. Нестеренко, А. Ю. <http://axelkenzo.ru/>.
6. Интернет ресурс: www.v4l2spec.bytesex.org. Официальный сайт.
7. Интернет ресурс: www.alsa-project.org. Официальный сайт.
8. Интернет ресурс: tjjpeg.sourceforge.net. Официальный сайт.
9. Интернет ресурс: www.speex.org. Официальный сайт.
10. Интернет ресурс: www.libsdl.org. Официальный сайт.

О ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В СИСТЕМЕ УКСУСНАЯ КИСЛОТА – ЭТАНОЛ – ЭТИЛАЦЕТАТ – ВОДА

Майя Александровна ТРОФИМОВА

Санкт-Петербургский государственный университет

Никита Сергеевич Цветов

Санкт-Петербургский государственный университет

Расчеты и аппроксимация термодинамических данных о фазовом равновесии на основе моделей в настоящее время являются признанными атрибутами научных исследований. Возможно, одной из первых и используемых в настоящее время в теории фазовых равновесий модели было уравнение реального газа Ван-дер-Ваальса. В целом моделирование именно фазовых равновесий оказалось одним из наиболее востребованных направлений физической химии, термодинамики гетерогенных систем [1]. Это связано с безусловной практической востребованностью данных о фазовых равновесиях при организации процессов разделения, в частности, в технологии основного органического синтеза. Различные варианты моделирования, основанного на анализе избыточной энергии Гиббса (G^E), были предложены в течение нескольких последних десятилетий. Начиная с таких простых моделей, как регулярный раствор, получили развитие многочисленные подходы, включающие различные физические предположения и допущения. В частности, при моделировании равновесия жидкость – пар были предложены полиномиальные уравнения, уравнения локальных составов и групповые модели [1-3]. Очевидно, что модели, основанные на анализе избыточной энергии Гиббса, должны быть справедливы не только при расчетах параметров фазовых равновесий, но и расчете других термодинамических свойств. В настоящем сообщении рассматривается вариант подобных расчетов, связанный с моделированием не фазового, а химического равновесия, на примере системы из четырех веществ с реакцией синтеза-гидролиза сложного эфира (этилацетата). Ниже будут кратко представлены основные элемен-

ты расчетов для этого конкретного случая (системы).

Вариант моделирования в нашей работе связан с приложением к расчетам параметров химического равновесия групповой модели UNIFAC – UNiversal Functional Activity Coefficient [3,4]. В отличие от таких моделей, как NRTL или уравнение Вильсона, в качестве базовых параметров в этом случае выбираются не характеристики бинарных взаимодействий, а параметры основных функциональных групп. Основная идея метода UNIFAC заключается в том, что для моделирования свойств раствора составляющие его вещества разбиваются на структурные группы с известными характеристиками, то есть молекулярный раствор рассматривается как «раствор структурных групп» (группы каждого вида считаются равноценными, независимо от принадлежности к той или иной молекуле), при этом коэффициенты активности компонентов раствора связаны с взаимодействием между этими структурными группами. Это приводит к определенным неточностям в расчетах, в первую очередь, из-за невозможности учета вклада всех факторов, определяющих термодинамическое равновесие (и значения избыточной энергии Гиббса), при ориентации только на функциональные группы. В то же время, применение указанной модели имеет очевидные преимущества в силу большей универсальности, возможности ограничиться достаточно узким набором параметров, к тому же, в настоящее время достаточно доступных (таблицы параметров взаимодействия модели UNIFAC).

При моделировании химического равновесия в системе уксусная кислота – этанол – этилацетат –

вода в нашей работе применялся классический подход к расчетам численными методами, описанный в книге [5]. Предлагаемый нами вариант метода расчёта химического равновесия состоит из следующих этапов:

1) задаются значения концентраций двух компонентов x_1 и x_2 ;

2) решение уравнения (1) для функции $f(x_3)$ биективным методом, относительно концентрации третьего компонента x_3 при учёте постоянства значений x_1 и x_2

$$f(\delta_3) = \prod_{i=1}^4 (x_i \gamma_i^{UNIFAC})^{\nu_i} - K_a = 0, \quad (1)$$

- где x_i – концентрации (мольные доли) компонентов в растворе; γ_i – коэффициенты активности компонентов раствора, рассчитанные на основе экспериментальных данных по методу UNIFAC; K_a – термодинамическая константа химического равновесия. Биективный метод решения представляет собой решение по следующему алгоритму:

- вводятся максимальное (δ_3^{\max}) и минимальное (δ_3^{\min}) значения концентрации третьего компонента;

- вычисляется среднее значение концентрации третьего компонента δ_3^{mid} ;

- вычисляются значения функции $f(x_3)$ при трёх значениях переменной – x_3^{\min} , x_3^{mid} , x_3^{\max} ;

- находятся значения $P_1 = f(x_3^{\max}) \cdot f(x_3^{\text{mid}})$ и $P_2 =$

$P_2 = f(x_3^{\min}) \cdot f(x_3^{\text{mid}})$, если $P_1 < 0$, то $\delta_3^{\min} = \delta_3^{\text{mid}}$; если

$P_1 > 0$, то $\delta_3^{\max} = x_3^{\text{mid}}$; если P_1 или $P_2 = 0$ с точностью до заранее заданного значения ϵ , то процедура прекращается, если нет, то продолжается с этапа 2.

3) рассчитывается значение концентрации четвертого компонента: $x_4 = 1 - x_1 - x_2 - x_3$;

4) значение x_2 меняется, с заданным шагом, до определённой величины (от 0 до 1); для каждого нового значения расчёт начинается вновь с этапа 2;

5) значение x_1 изменяется с заданным шагом до определённой величины (от 0 до 1); для каждого нового значения расчёт начинается заново с этапа 1.

Для компонентов системы уксусная кислота – этанол – этилацетат – вода использовались групповые параметры взаимодействия, приведённые в книге [6] и представленные в таблице 1.

Таблица 1. Групповые параметры взаимодействия модели UNIFAC для компонентов системы уксусная кислота – этанол – этилацетат – вода [6]

	CH ₃	CH ₂	COOC	COOH	OH	H ₂ O
CH ₃	0	0	232.1	663.5	986.5	1318.0
CH ₂	0	0	232.1	663.5	986.5	1318.0
COOC	114.8	114.8	0	660.2	245.4	200.8
COOH	315.3	315.3	-256.3	0	-151.0	-66.17
OH	156.4	156.4	101.1	199.0	0	353.5
H ₂ O	300.0	300.0	72.87	-14.09	-229.1	0

Результаты термодинамического моделирования химического равновесия в системе уксусная кислота – этанол – этилацетат – вода при 293.15 К приведены в Таблице 2.

Экспериментальные данные о химическом равновесии были получены в нашей работе при проведении каталитической реакции в присутствии соляной кислоты. Все реактивы были предварительно тщательно очищены и их физико-химические константы отвечали литературным данным. Анализ составов растворов проводился на газовом хроматографе «Кристалл 5000.2». Отметим, что в таблице приводятся избранные результаты расчетов для отдельных экспериментальных реакционных линий. Сопоставление расчётных и экспериментальных результатов показывает, что, в целом, данные хорошо согласуются. В абсолютном большинстве случаев различие в составах, причем, только для отдельных компонентов, не превышает 0.01–0.02 мольной доли, что вполне достаточно для практических задач.

Таблица 2. Экспериментальные данные о химическом равновесии в системе уксусная кислота – этанол – этилацетат – вода при 293.15 К

Химически равновесные концентрации веществ, мольные доли							
Экспериментальные данные				Расчет по модели UNIFAC			
уксусная кислота	этанол	вода	этилацетат	уксусная кислота	этанол	вода	этилацетат
0.11	0.08	0.71	0.10	0.11	0.09	0.71	0.09
0.17	0.08	0.58	0.17	0.17	0.08	0.60	0.15
0.10	0.15	0.59	0.17	0.10	0.15	0.60	0.15
0.19	0.10	0.44	0.28	0.19	0.11	0.45	0.26
0.26	0.06	0.50	0.19	0.25	0.06	0.51	0.19
0.53	0.02	0.26	0.19	0.56	0.01	0.26	0.18
0.03	0.34	0.55	0.08	0.03	0.32	0.55	0.10
0.04	0.36	0.44	0.16	0.04	0.36	0.44	0.16
0.04	0.31	0.57	0.09	0.04	0.29	0.55	0.12
0.22	0.11	0.35	0.31	0.20	0.11	0.35	0.34
0.53	0.02	0.29	0.16	0.55	0.01	0.31	0.14
0.05	0.37	0.40	0.18	0.05	0.36	0.40	0.19
0.30	0.08	0.26	0.37	0.28	0.06	0.26	0.41
0.03	0.36	0.52	0.09	0.02	0.35	0.55	0.08
0.08	0.30	0.40	0.22	0.08	0.26	0.40	0.26
0.16	0.19	0.40	0.26	0.14	0.16	0.40	0.30
0.04	0.45	0.31	0.20	0.04	0.41	0.31	0.24
0.09	0.36	0.33	0.22	0.05	0.36	0.35	0.24
0.03	0.65	0.17	0.16	0.01	0.66	0.20	0.13

Таким образом, в работе проведено термодинамическое моделирование химического равновесия в системе с реакцией этерификации (гидролиза сложного эфира карбоновой кислоты) на примере системы уксусная кислота – этиловый спирт – вода – этилацетат при 293.15 К с применением модели UNIFAC. Результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными авторов о химическом равновесии в рассматриваемой системе. Предложенный вариант термодинамического моделирования и расчета химического равновесия с использованием групповой модели UNIFAC дает хорошие результаты, достаточные для практических целей, в частности, для задач организации процесса синтеза этилацетата. ■

Библиографический список

1. Prausnitz J. M., Lichtenthaler R. N., Azevedo E. G. *Molecular Thermodynamics of Fluid Phase Equilibria: 3d edition*. Prentice-Hall PTR: Upper Saddle River, NJ, 1999. 860 p.
2. Смирнова Н.А. Молекулярные теории растворов. Л.: «Химия», 1987. 336 с.
3. Термодинамика равновесия жидкость – пар. Под ред. А.Г.Морачевского. Л.: «Химия», 1989. 344 с.
4. Fredenslund A., Jones R. L., Prausnitz J. M. Group-contribution estimation of activity coefficients in nonideal liquid mixtures // *AIChE J.* 1975. V. 21. №. 6. P. 1086-1099.
5. Джонсон К. Численные методы в химии: Пер. с англ. М.: Мир, 1983. 504 с.
6. Poling B. E., Prausnitz J. M., O'Connell J. P. *The Properties of Gases and Liquids*. 5th ed. New York: McGraw-Hill Professional, 2004. 768 p.

Уважаемые читатели!

Если Вас заинтересовала какая-то публикация, близкая Вам по теме исследования, и Вы хотели бы пообщаться с автором статьи, просим обращаться в редакцию журнала, мы обязательно переправим Ваше сообщение автору.

Наши полные контакты Вы можете найти на сайте журнала в сети Интернет по адресу www.naupers.ru Или же обращайтесь к нам по электронной почте post@naupers.ru

С уважением, редакция журнала "Научная перспектива".

Издательство «Инфинити».

Свидетельство о государственной регистрации ПИ №ФС 77-38591.

Отпечатано в типографии «Принтекс». Тираж 750 экз.

Цена свободная.