

го спекулятивного рынка и к каким катастрофическим последствиям может привести падение цен на нефть, если бы оно было более глубоким или продлилось бы дольше по времени.

Таким образом, исследуя динамику изменения качественных показателей социально-экономической системы на основе информации об изменениях количественных показателей системы и информации о взаимном влиянии элементов системы с помощью аппарата взвешенных орграфов можно выяснять характер и степень влияния данных показателей на поведение социально-экономической системы.

Литература

1. Горелко Г.П. Исследование поведения социально-экономической системы с учетом фактора времени // Проблемы экономики, финансов и управления производством. Сборник научных трудов вузов России – Иваново: ИГХТУ, 2012. - №32. - С. 213-217
2. Горелко Г.П., Коровин Д.И. Моделирование взаимодействий факторов социально-экономической системы России методом теории графов // Известия высших учебных заведений. Серия: Экономика, финансы и управление производством. - 2013. - №2. - С. 100-106.
3. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 22.11.2013)

УДК 311.42:331.538.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАДРОВОЙ СТРУКТУРЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Елин Николай Николаевич (yelinnn@mail.ru)

ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный политехнический университет»

Елина Татьяна Николаевна

ФГБОУ ВПО «Норильский индустриальный институт»

В работе проводится исследование статистических моделей кадровой структуры предприятия. Предложены методы прогнозирования численности персонала в целом и с разделением по отдельным профессиям и специальностям.

Ключевые слова: прогнозирование, кадры предприятия, корреляционно-регрессионные модели, рабочая сила, потребность в кадрах.

Демографическая ситуация в России и обусловленный ей обостряющийся дефицит трудовых ресурсов при избытке работников некоторых профессий диктует необходимость управления рынком труда на основе прогнозирования потребности в кадрах. Особенно актуальна эта задача для отдаленных обособленных «моногородов», большая часть населения которых связана с одним крупным предприятием.

Первой стадией прогнозирования кадровой структуры является прогнозирование динамики численности работников предприятия, а второй - распределение найденной численности по существующим рабочим местам. Для выполнения первого этапа необходимо на основе статистических данных выделить комплекс факторов, существенно влияющих на численность работников предприятия, выявить и оценить степень функциональных связей между этими факторами и разработать математическую модель, описывающую эти связи.

В качестве математического инструментария предлагается применять классические кор-

реляционно-регрессионные модели, а также модели, сводящиеся к ним [1].

Относительная ограниченность статистической базы определяет вид используемых регрессионных моделей – двухфакторных моделей типа $Z(t)=F(\Phi_1, \Phi_2)$, где $Z(t)$ – численность работников; Φ_1, Φ_2 – факторы, влияющие на численность.

Построение прогнозной модели динамики численности работников предприятия производится в шесть этапов. На первом этапе анализируются показатели работы предприятия и отбираются для дальнейшего исследования те из них, которые существенно влияют на численность работников. На втором этапе методами корреляционного анализа проводится оценка степени связи между отобранными показателями. На третьем этапе моделируются зависимости численности работников от отобранных показателей в виде уравнений регрессии. При этом используются три вида регрессии: факторная модель регрессии, смешанная регрессия (с авторегрессионной компонентой), регрессия с включением фактора времени. На четвертом этапе рассчитываются МНК-оценки

параметров и выполняется проверка их статистического качества с помощью коэффициента детерминации, критериев Фишера и Стьюдента. На пятом этапе осуществляется собственно прогнозирование путем подстановки в уравнения регрессии, полученные на третьем этапе, независимых переменных, будущие значения которых контролируемыми, известны или легко предсказуемы. На шестом этапе производится проверка качества прогнозирования и для отобранных моделей строятся доверительные интервалы прогноза.

При распределении найденной численности по существующим рабочим местам используется [2]. В общей структуре работников выделяются три укрупненные группы: работники без специального образования, работники со средним специальным образованием и работники с высшим образованием. В первой группе работники не распределяются по специальностям, а группы специальностей во второй и третьей группе имеют идентичные названия.

Динамика численности работников групп, не относящихся к основному производству, зависит в среднесрочном периоде от уровня автоматизации рабочих мест $Авт$, который оценивается долей автоматизированных рабочих мест ($АРМ$) в общей численности персонала ($ЧЗН$): $Авт = АРМ/ЧЗН$.

Показатель уровня автоматизации рабочих мест обладает признаком убывающей предельной отдачи, то есть зависимость численности группы от уровня автоматизации имеет степенной характер. Для более достоверного прогноза необходимо при анализе исключить рабочие места, не требующие или требующие незначительной автоматизации.

Другим показателем, влияющим на структуру персонала предприятия, является структура

производства. Например, численность работников основного производства в наиболее сильной степени зависит от общего объема производства, а работников вспомогательного – в меньшей степени.

Кроме того, в последнее время из-за растущих экологических требований со стороны законодательства, значительно увеличиваются группы работников, относящихся к охране окружающей среды и природопользованию (если такие группы существуют на предприятии).

Таким образом, можно выделить три показателя, влияющие на структуру персонала предприятия: уровень автоматизации рабочих мест ($Авт$), объем производства по видам ($ОП$) и экологическая политика предприятия (временной тренд). По этим факторам составляются модели прогнозирования численности персонала каждой рассматриваемой группе, каждой подгруппы. В итоге получается выборка данных из трех динамических рядов базисных индексов, на основании которых можно провести прогноз.

Рассмотрим основные результаты применения изложенного подхода к прогнозированию численности и структуры персонала Заполярного филиала ОАО ГМК «Норильский Никель» [3].

Итогом факторного анализа явилась выборка данных из семи динамических рядов базисных индексов следующих показателей: численность персонала ($ЧЗН$), средняя заработная плата ($ЗП$), индекс цен ($ИЦ$), цены на акции ($ЦА$), объем производства ($ОП$), стоимость основных фондов ($ОФ$), доля затрат на заработную плату в себестоимости продукции ($ДЗП$) и фактор времени (T), для которых построена матрица парных корреляций (табл. 1).

Таблица 1

Корреляционная матрица базисных индексов

Показатели	ЧЗН	ЗП	ИЦ	ЦА	ОП	ОФ	ДЗП	T
ЧЗН	1	-0,86/0,54	0,55/0,52	-0,61/-0,56	-0,72/0,48	-0,76/-0,44	0,74/0,53	-0,70/-
ЗП		1	-0,61/0,77	0,75/-0,66	0,92/0,70	0,71/-0,34	-0,62/0,80	0,99/-
ИЦ			1	-0,56/-0,22	-0,71/0,87	-0,45/0,27	0,71/0,53	-0,71/-
ЦА				1	0,86/0,91	0,91/0,77	-0,77/-0,81	0,83/-
ОП					1	0,80/0,62	-0,74/0,78	0,97/-
ОФ						1	-0,53/0,80	0,76/-
ДЗП							1	-0,72/-
T								1

Первые величины в ячейках таблицы отражают взаимосвязи динамических рядов базисных индексов выбранных показателей, а вторые - величины отклонения фактических значе-

ний индексов показателей от их трендовых значений, рассчитанных по заданным динамическим рядам. Практически все показатели продемонстрировали высокую степень коррелиро-

ванности ($> 0,7$) не только с численностью персонала, но и с самим фактором времени. Следовательно, базисные индексы всех показателей имеют ярко выраженный линейный тренд, и потому близость к единице абсолютных значений коэффициентов корреляции между занятыми на предприятии и этими показателями не отражает действительно тесную связь между ними.

В результате для модели прогнозирования были отобраны пять факторов – ЧЗН, ЗП, ОП, ОФ и ДЗП.

В процессе регрессионного анализа были использованы 14 регрессионных моделей, из них 6 факторных моделей, 4 модели смешанного вида и 4 модели регрессии с включением фактора времени [3]. Для каждой из них были

получены МНК-оценки параметров, а также осуществлена проверка их статистического качества. В результате получены пять классических регрессионных моделей удовлетворительного качества, отражающих влияние ряда экономических показателей на численность работников предприятия (табл. 2).

Для проверки качества прогнозирования по отобранным моделям были построены доверительные интервалы прогноза. Третье и четвертое уравнение показали достаточно высокую ошибку прогноза и были исключены из модели.

На рис.1. представлены результаты прогнозирования численности работников по полученным регрессионным моделям.

Таблица 2

Результаты регрессионного анализа численности работников

№	Вид регрессионной зависимости	R^2	F-статистика	DW
1	$ЧЗН(t) = 190372,29 + 0,43 \cdot ЗП(t) - 10,75 \cdot ОП(t)$	0,731	3,979	1,6
2	$ЧЗН(t) = 159707,27 - 7,81 \cdot ОП(t) + 0,62 \cdot ОФ(t)$	0,71	3,53	1,73
3	$ЧЗН(t) = 22006,65 - 0,28 \cdot ЗП(t) + 0,81 \cdot ЧЗН(t-1)$	0,77	5,75	1,79
4	$ЧЗН(t) = 78759,45 - 4,27 \cdot ОП(t) + 0,68 \cdot ЧЗН(t-1)$	0,72	7,83	1,82
5	$ЧЗН(t) = 32449,37 - 10450,20 \cdot t + 2,11 \cdot ЗП(t)$	0,70	7,89	1,97

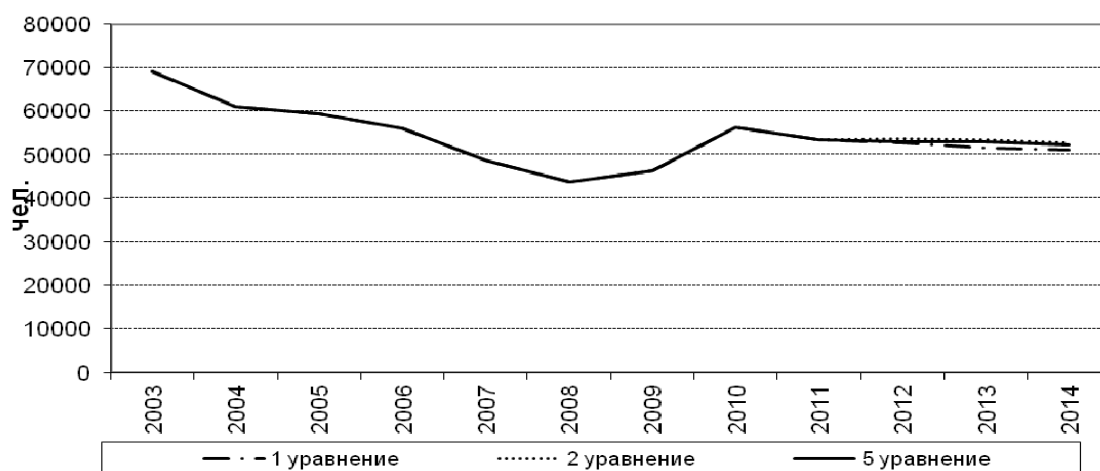


Рисунок 1. Результаты прогнозирования численности работников предприятия

В конечном итоге, среди факторов, значимо воздействующих на величину ЧЗН, были отобраны ЗП, ОФ и ОП.

Согласно данным о структуре персонала Заполярного Филиала можно сделать вывод о достаточно высокой квалификации его работников. Большинство работников повысили уровень своего образования уже во время работы на предприятии. В настоящее время при приеме на работу и рассмотрении резюме предпочтение отдается работникам, имеющим высшее образование.

Анализ влияния автоматизации рабочих мест на структуру персонала Заполярного филиала обнаружил нелинейную зависимость.

В начале 2000-х годов резкий рост автоматизации, выражающийся в повсеместном внедрении информационных систем и технологий на предприятии, вызвал сильное сокращение численности работников (в основном специалистов и служащих), а в последние годы, несмотря на продолжающееся развитие информационных систем, они не влекут за собой значительного сокращения трудозатрат (рис. 2а). На рисунке 2б отображается построенное уравнение тренда с достаточно высоким показателем

достоверности аппроксимации, что подтверждает гипотезу о взаимной зависимости рас-

считываемых параметров.

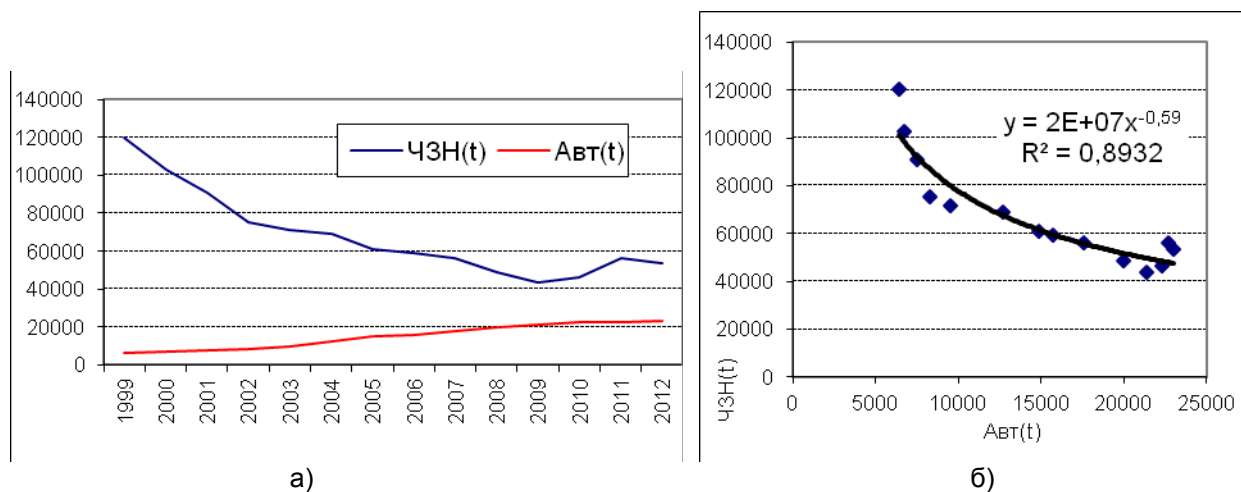


Рисунок 2. Показатели автоматизации рабочих мест на предприятии
а) динамика количества АРМов и численности персонала предприятия;
б) зависимость численности работников от количества АРМов

Вторым показателем, изменение которого вызывает колебания в структуре персонала предприятия, является развитие отдельных направлений производства. Для Заполярного филиала Компании развитие производства проявляется в открытии и разработке новых месторождений полезных ископаемых (либо их закрытии), что, безусловно, вызовет рост численности работников горнодобывающего профиля, а так же транспорта и металлургии.

Выделим группы персонала, на численность которых повлияет показатель объема производства: разработка полезных ископаемых, металлургия, наземные транспортные средства.

Очевидно, что на другие группы персонала изменение объема производства также может оказать влияние. Например, при значительном росте этого показателя могут потребоваться дополнительные единицы непромышленных кадров, но этой зависимостью в данной ситуации можно пренебречь, поскольку значительное (в несколько раз) изменение объемов производства, исходя из стратегии развития Заполярного филиала, не планируется.

Составим модели прогнозирования численности персонала каждой рассматриваемой группы, каждой подгруппы.

В результате проведения статистического анализа были построены 18 однофакторных и 4 двухфакторных регрессионных моделей удовлетворительного качества, отражающих влияние ряда отобранных показателей на структуру кадров. Все модели по критерию R^2 удовлетворительны. Одна модель, отражающая зависимость доли группы «Геодезия и картография (ИТР)» от уровня автоматизации рабочих мест, оказалась неадекватной, так доля этой группы в общей численности работников практически не изменялась на протяжении периода расчета.

При сравнении результатов прогноза (рис. 3) с существующей структурой кадров прослеживаются следующие закономерности:

1. На фоне общего снижения численности работников предприятия увеличивается доля следующих групп: разработка полезных ископаемых; металлургия; строительство и архитектура; геодезия и картография;
2. Снижаются доли следующих групп: экономика и управление; междисциплинарные естественно-технические специальности; энергетика и энергомашиностроение; технологические машины и оборудование; автоматика и управление; без специальности.

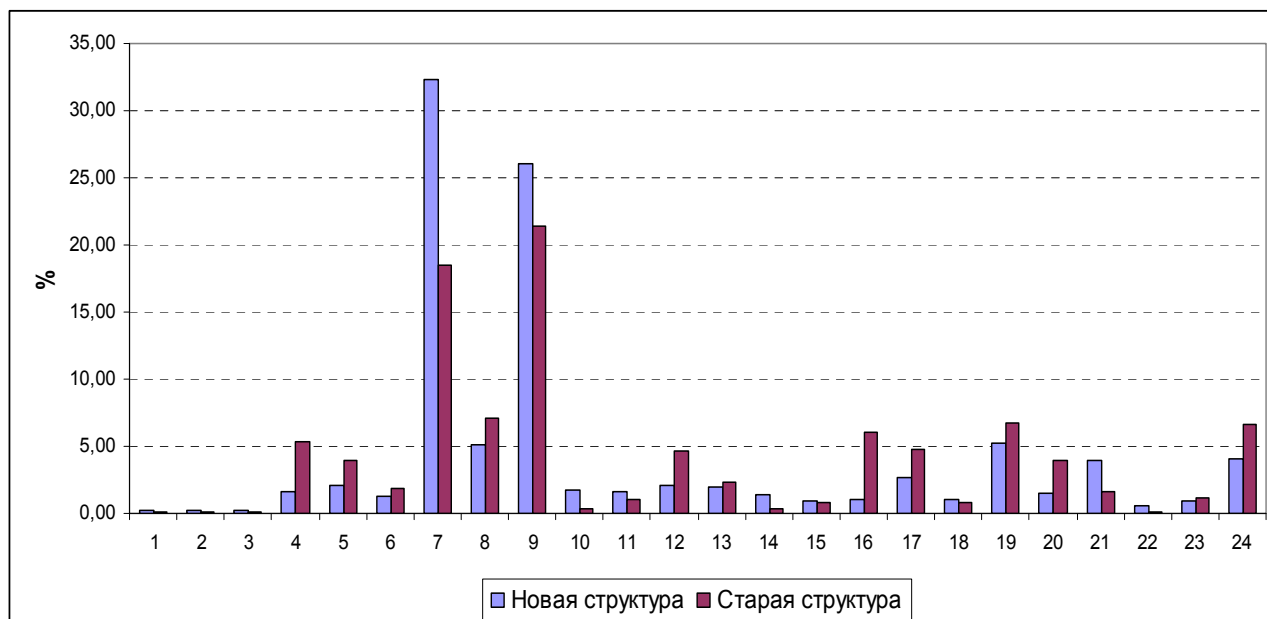


Рисунок 3. Прогнозная и существующая структура кадров предприятия

1 - естественнонаучные специальности; 2 - гуманитарно-социальные специальности; 3 - культура и искусство; 4 - экономика и управление; 5 - междисциплинарные естественно-технические специальности; 6 - геология и разведка полезных ископаемых; 7 - разработка полезных ископаемых; 8 - энергетика и энергомашиностроение; 9 - металлургия; 10 - машиностроение и материаловедение; 11 - наземные транспортные средства; 12 - технологические машины и оборудование; 13 - электротехника; 14 - приборостроение; 15 - электронная техника, радиотехника и связь; 16 - автоматика и управление; 17 - информатика и вычислительная техника; 18 - сервис; 19 - эксплуатация транспорта; 20 - химическая технология; 21 - строительство и архитектура; 22 - геодезия и картография; 23 - экология и природопользование; 24 - без специальности.

Данные тенденции не влекут за собой кардинального изменения структуры персонала и не являются неожиданными, а в основном связаны с растущей автоматизацией трудоемких рутинных операций, позволяющей предприятию снижать численность соответствующего персонала. Снижение доли и численности работников без специальности среднего и высшего образования отражает политику предприятия по подготовке, переподготовке и привлечению кадров.

Таким образом, можно с большой долей вероятности выделить следующие тенденции в динамике персонала предприятия:

- Продолжается снижение общей численности кадров.
- В общей структуре увеличивается доля производственного персонала.

- Уровень образования персонала растет.
- Снижается численность и доля непроизводственного персонала.

Литература

1. Ермолаев М.Б. Корреляционно-регрессионные модели занятости (по регионам центрального федерального округа) // Обзор прикладной и промышленной математики. - Т.11, 2004.
2. «ОБЩЕРОССИЙСКИЙ КЛАССИФИКАТОР СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ПО ОБРАЗОВАНИЮ ОК 009-93» (ОКСО) (утв. Постановлением Госстандарта РФ от 30.12.93 N 296).
3. Годовые отчеты ОАО ГМК «Норильский Никель» 2000-2012 г.г. – www.nornik.ru.
4. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. – М.: Статистика, 1973.