

УДК 004.942

Теоретическая обоснованность прогнозирования производственного потенциала региона (на примере Приморского края) и практическая значимость исследования

Козлов А.Е.

Прогнозирование производственного потенциала региона является непосредственным показателем, характеризующим в совокупности социально-экономические показатели региона в более упорядоченном виде. Данный показатель не является определенной закономерностью величиной. Эта величина расчетная, построенная на уравнениях множественной регрессии и проверенная на адекватность с использованием критериев Фишера и Снедекора. При этом модель, основанная на произведенных расчетах является улучшенной формой и может более тщательно и применяться при прогнозировании.

Ключевые слова: анализ, величина, моделирование, модель, показатели, прогнозирование, производственный потенциал, регион, регрессия, ресурсы, система, социально-экономическое развитие, уравнение, факторы производства.

Введение

В последнее время практика прогнозирования развития потенциала регионов подтверждает тенденцию снижения уровня применения программных комплексов и нехватку применения инструментальных средств, позволяющих понять причинно-следственные связи, прогнозировать и планировать социально-экономический потенциал. Причины этого заключаются в отсутствии эффективной системы прогнозирования на микроуровне, надежной, достоверной и достаточно полной информационной базы, сценариев развития производственной деятельности.

Особенно актуальным это представляется для производственной отрасли Дальневосточного Федерального округа России и, в частности, Приморского края, так как производственный потенциал имеет наибольший удельный вес в прогрессирующих отраслях

промышленности, качественных параметрах и структуре основных производственных фондов, способности адаптации производственных систем к использованию достижений научно-технического прогресса.

Одной из важных задач, решением которой в настоящее время предстоит заниматься регионам, является задача формирования новой системы прогнозирования и планирования развития территориальных комплексов. Решение этой задачи должно быть смещено в сторону способности удовлетворять потребности и максимально учитывать интересы всех участников на всех стадиях. Кроме того, актуальным вопросом необходимо считать не только способность производить товары и услуги и удовлетворять потребности, но и определять объемы ресурсов, которые при этом будут затрачены.

Для оценки предлагается использовать систему показателей экономической мощи региона, которая учитывает величину накопленных ресурсов, степень использования потенциальных возможностей. В отечественной практике для оценки экономической мощи используется такой показатель, как экономический потенциал хозяйственной системы, который представляет собой совокупную способность экономики страны, ее отраслей, предприятий, хозяйств осуществлять производственно-экономическую деятельность, выпускать продукцию, товары, услуги, удовлетворять запросы населения, общественные потребности, обеспечивать развитие производства и потребления [2, с. 26].

Экономический потенциал зависит от количества трудовых ресурсов и качества их профессиональной подготовки, производственных мощностей промышленных и строительных организаций, производственных возможностей сельского хозяйства, напряженности транспортных магистралей и наличия транспортных средств, степени развития отраслей непроеизводственной сферы, науки и техники, ресурсов, разведанных полезных ископаемых. Все это требует системного отслеживания ситуации, развития процессов и их соответствующей корректировки. В связи с этим возникает необходимость проведения мониторинга потенциала на уровне регионов. Экономический потенциал – общее, комплексное понятие, для оценки которого используют следующие показатели:

- 1) численность трудовых ресурсов;
- 2) основные производственные и непроизводственные фонды;
- 3) валовой общественный продукт и национальный доход;
- 4) объемы минеральных, сырьевых, водных, энергетических и других ресурсов;
- 5) объем производительных сил;
- 6) объем выпуска промышленной продукции;

- 7) объем сельскохозяйственного производства;
- 8) показатели развития транспортных сетей.

Экономический потенциал региона характеризуется природными ресурсами, средствами производства, трудовым и научно-техническим потенциалом, накопленным национальным богатством, и определяет конкурентоспособность внутри региона, формирует основы его саморазвития.

Производственный потенциал является составной частью экономического потенциала и включает фондовый потенциал, потенциал трудовых ресурсов, интеллектуальный потенциал. В настоящее время, когда происходит становление информационной экономики (инновационной, постиндустриальной, экономики знаний) такие составные части (компоненты) производственного потенциала, как информационный, инновационный потенциал, организация производства, под влиянием научно-технического прогресса отделились и сформировались как самостоятельные элементы производственного потенциала.

Под производственным потенциалом хозяйственной системы региона понимается совокупность производственных ресурсов, имеющихся в распоряжении региона для созидательной деятельности и расширенного воспроизводства системы жизнеобеспечения населения и получения максимально возможного производственного результата, который может быть получен при наиболее эффективном использовании производственных ресурсов, при имеющемся уровне техники и технологий, передовых формах организации производства. Производственный потенциал определяется на основе показателей, характеризующих физический объем промышленного производства, производительность труда, динамику капитальных вложений в промышленность, состояние основных фондов промышленности [5, с. 27].

Для анализа производственного потенциала региона используется элементная модель производственного потенциала (рисунок 1), которая, наиболее точно раскрывает сущность производственного потенциала.



Рисунок 1. Структура производственного потенциала

Как видно, производственный потенциал региона включает основные производственные фонды, производственный и управленческий персонал, технологию, энергию и информацию. Следует отметить, что в производственный потенциал региона включается также организация производства, являющаяся наравне с информацией самым молодым, с точки зрения его использования, элементом производственного потенциала.

В зависимости от масштабов хозяйственной системы различаются производственные потенциалы народного хозяйства, отрасли, региона, предприятия (объединения). А значит, производственные потенциалы разных уровней хозяйствования отличаются друг от друга размерами обособления ресурсов, которые в свою очередь определяются такими особенностями производственных систем, как масштабность, характер замкнутости и особенности деятельности. От этого зависит не только величина производственного потенциала, но и структура его ресурсов, а также ее динамичность и подвижность.

Таким образом, производственный потенциал хозяйственной системы характеризует потенциальные возможности производства, протекающего в ее пределах, по обеспечению максимального выпуска продукции в единицу времени [4, с. 138]. В хозяйственной системе региона, прежде всего, выделяются промышленность, сельское хозяйство, строительство и другие важные отрасли сферы материального производства. Каждая из них, в свою очередь, подразделяется на ряд более составляющих отраслей. В связи с этим правомерно говорить об отраслевой структуре производственного потенциала хозяйственной системы региона (его хозяйственного комплекса), то есть выделять внутри производственного потенциала данного комплекса производственные потенциалы промышленности, сельского хозяйства, строительства.

Величина и уровень использования производственного потенциала хозяйственной системы зависят от многих факторов. Рассмотрим в первую очередь совокупность факторов, обуславливающих увеличение производственного потенциала региона. В их состав входят полностью все факторы, содействующие увеличению производственных мощностей предприятий, размещенных на территории того или иного региона. Данное положение основывается на том, что производственная мощность каждого отдельного региона является базой формирования величины его производственного потенциала, то есть выступает в качестве его центрального звена.

Факторы увеличения производственной мощности региона связаны со всеми основными элементами процесса производства. Со средствами труда эта связь проявляется в количественном и качественном аспектах, а с предметами труда и самим трудом – только в качественном аспекте. Рост производственной мощности, который обусловлен совершенствованием факторов, влияющих на повышение производительности технологического оборудования и рабочих мест, находит выражение в величине машиноемкости (трудоемкости) изготавливаемой продукции. Зная величину и структуру машиноемкости продукции, а также соответствие ее структуре парка оборудования и рабочих мест, можно определить возможный прирост выпуска продукции за счет использования резервов увеличения производственной мощности отдельных подразделений [1, с. 116].

В систему факторов, влияющих на величину производственного потенциала региона, входят также факторы, которые связаны с такими элементами процесса производства, как живой труд и предметы труда, с обеспеченностью предприятий региона рабочими кадрами и материально-энергетическими ресурсами, в размерах, необходимых для полного использования их производственных мощностей.

В подсистеме показателей для анализа эффективности использования трудовых ресурсов основными являются показатели, характеризующие уровень производительности труда. Ведущая роль среди них принадлежит показателям средней выработки по региону.

Важная роль в совершенствовании планирования принадлежит показателям, характеризующим региональный уровень трудоемкости продукции, то есть уровень трудозатрат на единицу выпущенной продукции.

Наличие и использование материальных ресурсов, которые непосредственно влияют на величину производственного потенциала предприятия и, следовательно, на величину производственного потенциала региона, в свою очередь, зависит от ряда факторов. Среди них основными являются факторы конструкторского совершенствования продукции

основного и вспомогательного производства, совершенствования действующих в этих производствах технологических процессов в материалосберегающем направлении, а также факторы, обеспечивающие уменьшение затрат материальных и топливно-энергетических ресурсов на ремонтно-эксплуатационные нужды.

Таким образом, величина производственного потенциала региона зависит от обеспеченности предприятий, размещенных на его территории, рабочей силой, а также материально-сырьевыми и топливно-энергетическими ресурсами. Имеется в виду удовлетворение потребности в ресурсах, рассчитанное по прогрессивным, технически обоснованным нормам затрат живого и овеществленного труда на выполнение производственных программ предприятий, обеспечивающих полное использование их производственных мощностей. Можно сделать вывод, что основополагающими факторами будут следующие:

- 1) обеспеченность региона трудовыми ресурсами;
- 2) средняя выработка продукции по региону;
- 3) численность населения, занятого исследованиями и разработками;
- 4) обеспеченность региона оборудованием;
- 5) инвестиции в основной капитал;
- 6) численность безработных;
- 7) валовой региональный продукт.

Для оценки потенциала используется формула (1):

$$\text{ПП} = K_1 \times (0,85 \times \Phi + \Phi_{a_t} \times Ч); \quad (1)$$

где ПП – производственный потенциал отрасли в ресурсной форме;

K_1 – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

0,85 – оптимальный уровень загрузки производственных мощностей.

Φ – фондовые ресурсы (количество ОПФ);

Φ_{a_t} – фондовый аналог единицы живого труда (показатель «норма замещения»);

$Ч$ – численность работающих.

Среди факторов, влияющих на уровень использования производственного потенциала региона, центральное место занимают те, которые определяют уровень использования производственных мощностей его предприятий. Факторы, содействующие улучшению использования производственных мощностей, находят свое количественное выражение в

соотношении времени работы и потерь времени при использовании потенциальной возможности предприятия в плановом периоде на выпуск продукции, другими словами, они охватывают область организации функционирования средств труда во времени.

Кроме перечисленных выше факторов, влияющих на производственный потенциал, необходимо учитывать прочие факторы, которые могут быть существенными с точки зрения специфического или иного производства и особенностей конкретного региона. С развитием производства и научно-технических инноваций оценка влияния различных факторов меняется.

С целью осуществления прогнозов факторов производства, оказывающих влияние на производственный потенциал региона, можно воспользоваться методом множественной регрессии, относящимся к формализованным методам прогнозирования, так как именно множественная регрессия позволяет в расчетах учитывать множество факторов, оказывающих непосредственное влияние на прогнозируемые величины. Общее назначение множественной регрессии состоит в анализе связи между несколькими независимыми переменными x_i и зависимой переменной y_i [3, с. 562]. Суть регрессионного анализа состоит в построении математической модели и определении ее статистической надежности.

Исходя из этого, прогнозирование производственного потенциала возможно на основании статистических данных о социально-экономическом развитии региона на протяжении нескольких лет. За исследуемый промежуток времени в целях оптимальности прогнозов, взят период с 2000 г. по 2009 г. Рассмотренные факторы производства, оказывающие влияние на производственный потенциал региона и его социально-экономическое положение, сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сводная таблица факторов производства

Год	Производственный потенциал, млрд. шт.	Численность населения, занятого исследованиями и разработками, чел.	Численность безработных, тыс. чел.	Средняя выработка продукции по региону, млн. руб.	Инвестиции в основной капитал, трлн. руб.	Валовой региональный продукт, млн. руб.	Обеспеченность региона оборудованием, млрд. руб.	Обеспеченность региона трудовыми ресурсами, тыс. чел.
	у	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇
2000	1270,73	6225	140	7,33	19,16	107,55	998,4	123,86
2001	1679,61	6284	96	9,92	62,09	137	975,6	141,54
2002	1888,49	6525	97	13,45	72,83	171,75	1052,8	159,22
2003	2302,63	6434	88	15,27	96,83	238,67	1071,2	176,9
2004	2493,75	6411	104	18,61	152,3	246,92	1007,2	194,58
2005	2803,57	6471	87	28,49	186,62	246,15	1084,4	212,26
2006	3876,00	6458	84	34,33	215,93	235,32	1061,6	229,94
2007	5445,56	6296	78	46,98	263,27	298,41	1054,4	259,76
2008	7019,13	5965	83	72,75	296,4	318,78	1006,6	270,06
2009	9110,96	6035	80	96,41	318,2	309,14	1002,4	289,97

Построение модели множественной регрессии состоит из нескольких этапов, а значит, чтобы осуществить прогноз, необходимо рассмотреть типы моделей множественной регрессии, по каждой провести полный анализ в соответствии с вышеуказанными этапами, и выяснить прогноз какой из рассмотренных моделей будет наиболее точным [7, с. 394].

Первым этапом в построении модели является выбор уравнения регрессии. Чтобы рассматривать определенный тип регрессии, необходимо первоначально найти коэффициенты уравнения регрессии.

Для этого, в качестве примера, рассмотрим линейный тип модели вида $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 + e_i$, вычислим коэффициенты регрессии, а затем, основываясь на полученных значениях коэффициентов, построим остальные типы моделей, проведем их анализ и выберем тот тип, который дает наиболее точный прогноз и оценку.

Вторым этапом в построении модели регрессии является отбор факторных признаков и их анализ. Отбор факторов является очень важным моментом в анализе. От того, насколько правильно он сделан, зависит точность выводов по итогам анализа. Исходя из этого для многофакторной модели производственного потенциала подобраны следующие факторы, которые оказывают наиболее существенное влияние на ее уровень:

- x_1 – численность населения, занятого исследованиями и разработками;
- x_2 – численность безработных;
- x_3 – средняя выработка продукции по региону;
- x_4 – инвестиции в основной капитал;
- x_5 – валовой региональный продукт;
- x_6 – обеспеченность региона оборудованием;
- x_7 – обеспеченность региона трудовыми ресурсами.

Поскольку корреляционная связь с достаточной выразительностью и полнотой проявляется только в массе наблюдений, объем выборки данных должен быть достаточно большим, так как только в массе наблюдений сглаживается влияние других факторов. Чем большая совокупность объектов исследуется, тем точнее результаты анализа.

Учитывая это требование, влияние перечисленных факторов на производственный потенциал исследуется в динамике, за последние десять лет и результаты проведенного анализа приводятся в таблице 1.

Следующим этапом анализа является нахождение коэффициентов регрессии методом наименьших квадратов. При его применении строится система нормальных уравнений, решение которой позволяет получить оценки параметров регрессии, имеющая следующий вид (2):

$$\begin{cases} 10a + 63104b_1 + 937b_2 + 343,54b_3 + 1683,63b_4 + 2309,69b_5 + 10314,6b_6 + 2058,09b_7 = 37890,44, \\ 63104a + 398533854b_1 + 5915057b_2 + 2130919,78b_3 + 10532064,71b_4 + 14528187,57b_5 + 65129811b_6 + 12939816,13b_7 = 235902054,67, \\ 937a + 5915057b_1 + 90783b_2 + 29340,21b_3 + 145034,11b_4 + 207199,24b_5 + 964069,80b_6 + 185831,54b_7 = 3290026,14, \\ 343,54a + 2130909,78b_1 + 29340,21b_2 + 19697,34b_3 + 83387,70b_4 + 94803,17b_5 + 353004,13b_6 + 84532,40b_7 = 1990745,18, \\ 1683,63a + 10532064,71b_1 + 145034,11b_2 + 83387,70b_3 + 381965,90b_4 + 451958,17b_5 + 1740014,45b_6 + 399485,29b_7 = 8642313,01, \\ 2309,69a + 14528187,57b_1 + 207199,24b_2 + 94803,17b_3 + 451958,17b_4 + 579969b_5 + 2388364,81b_6 + 509927,89b_7 = 10137777,91, \\ 10314,60a + 65129811b_1 + 964069,80b_2 + 353004,13b_3 + 1740014,45b_4 + 2388364,81b_5 + 10651633,64b_6 + 2125529,64b_7 = 38968847,93, \\ 2058,09a + 12939816,13b_1 + 185831,54b_2 + 84523,40b_3 + 399485,29b_4 + 509927,89b_5 + 2125529,64b_6 + 452297,84b_7 = 9026743,64. \end{cases} \quad (2)$$

Решение данной системы возможно методом определителей. При этом определитель системы будет иметь следующий вид (3):

$$\Delta = \begin{vmatrix} 10 & 63104 & 937 & 343,54 & 1683,63 & 2309,69 & 10314,6 & 2058,09 \\ 63104 & 398533854 & 5915057 & 2130919,78 & 10532064,71 & 14528187,57 & 65129811 & 12939816,13 \\ 937 & 5915057 & 90783 & 29340,21 & 145034,11 & 207199,24 & 964069,80 & 185831,54 \\ 343,54 & 2130909,78 & 29340,21 & 19697,34 & 83387,70 & 94803,17 & 353004,13 & 84532,40 \\ 1683,63 & 10532064,71 & 145034,11 & 83387,70 & 381965,90 & 451958,17 & 1740014,45 & 399485,29 \\ 2309,69 & 14528187,57 & 207199,24 & 94803,17 & 451958,17 & 579969 & 2388364,81 & 509927,89 \\ 10314,60 & 65129811 & 964069,80 & 353004,13 & 1740014,45 & 2388364,81 & 10651633,64 & 2125529,64 \\ 2058,09 & 12939816,13 & 185831,54 & 84523,40 & 399485,29 & 509927,89 & 2125529,64 & 452297,84 \end{vmatrix} \cdot (3)$$

При этом необходимо учитывать, что Δa , Δb_1 , Δb_2 , Δb_3 , Δb_4 , Δb_5 , Δb_6 , Δb_7 получаются путем замены соответствующего столбца матрицы определителя системы данными левой части системы. Решив систему методом определителей, получим: $a = 8898,93$, $b_1 = -1,49$, $b_2 = -6,76$, $b_3 = 44,25$, $b_4 = -34,17$, $b_5 = -6,67$, $b_6 = -7,44$, $b_7 = 89,13$.

Четвертым этапом является статистическая проверка значимости найденных коэффициентов регрессии на основе t-критерия Стьюдента. Первоначально строится матрица парных коэффициентов корреляции, анализируя которую делается вывод о тесноте связи (таблица 2).

Таблица 2 – Матрица парных коэффициентов корреляции

Фактор	y	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	x ₇
y	1	–	–	–	–	–	–	–
x ₁	-0,72338	1	–	–	–	–	–	–
x ₂	-0,61108	0,071301	1	–	–	–	–	–
x ₃	0,994774	-0,7325	-0,58685	1	–	–	–	–
x ₄	0,924921	-0,51804	-0,74178	0,916108	1	–	–	–
x ₅	0,824639	-0,38289	-0,78231	0,806634	0,932196	1	–	–
x ₆	-0,13017	0,638006	-0,3936	-0,13506	0,09725	0,248997	1	–
x ₇	0,929872	-0,49419	-0,75706	0,917676	0,995979	0,945962	0,141868	1

Коэффициенты парной корреляции характеризуют тесноту связи между двумя показателями в общем виде с учетом взаимосвязей факторов, оказывающих воздействие на результивный показатель. Данные таблицы 2 (первый столбец) свидетельствуют о том, что практически все факторы, кроме численности населения, занятого исследованиями и разработками, численности безработных и обеспеченности региона оборудованием, оказывают ощутимое воздействие на изменение уровня производственного потенциала. Однако факторы средней выработки продукции по региону, инвестиций в основной капитал, валового регионального продукта и обеспеченности региона трудовыми ресурсами, тесно связаны между собой, что свидетельствует о наличии мультиколлинеарности.

Корреляция между производственным потенциалом и населением, занятым исследованиями и разработками равна минус 0,72, что говорит о сильной степени обратной

линейной взаимосвязи между данными показателями, а корреляция между производственным потенциалом и средней выработкой продукции по региону равна 0,99, что говорит о практически линейной (очень сильной) функциональной связи между этими показателями.

Далее проводится статистическая проверка значимости уравнения регрессии по F-критерию Фишера-Снедекора. Но, перед тем как проверить значимость уравнения регрессии, рассчитаем множественные коэффициенты корреляции и детерминации.

Коэффициент множественной корреляции показывает тесноту связи зависимой переменной, то есть производственного потенциала, с входящими в модель объясняющими факторами. В зависимости от тесноты связи, множественный коэффициент корреляции изменяется в пределах от 0 до 1, и чем ближе он к единице, тем лучше подобрана модель для описания зависимости между изучаемыми экономическими явлениями [6, с. 293]. В нашем случае множественный коэффициент корреляции равен $R = 0,999$, что очень близко к единице, а, следовательно, теснота связи между факторами, входящими в модель весьма высокая.

Коэффициент множественной детерминации равен $R_2 = 0,999$. Он показывает долю вариации результативного признака под воздействием изучаемых факторов. Следовательно, около 99 % вариации зависимой переменной учтено в модели и обусловлено влиянием включенных факторов.

Критерий Фишера равен $F = 7438,8$. Табличное значение критерия Фишера $F_{\text{табл}} = 19,35$, что меньше фактического, следовательно, гипотеза отклоняется и признается статистическая значимость и надежность уравнения регрессии. Оно является адекватным.

Ошибка аппроксимации линейной модели составляет 0,4, что говорит о том, что модель является некачественной, так как значение не входит в допустимый интервал – от 7 до 12 %.

Значимость коэффициентов корреляции проверяется по критерию Стьюдента, используя формулу среднеквадратической ошибки коэффициента корреляции и сравнивая с получившимися фактическими данными (таблица 3).

Таблица 3 – Фактические значения критерия Стьюдента

Коэффициент регрессии	a	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇
t-фактическое	10,04	8,45	5,79	19,72	19,16	9,91	12,15	20,31

Если расчетное значение выше табличного, то можно сделать заключение о том, что величина коэффициента корреляции является значимой. Табличные значения t находят по таблице значений критериев Стьюдента. При этом учитываются количество степеней свободы ($V = n - 1$) и уровень доверительной вероятности (в расчетах обычно 0,05 или 0,01). В нашем примере количество степеней свободы равно: $n - 1 = 10 - 1 = 9$. При уровне доверительной вероятности $P = 0,05$; $t = 2,26$. Поскольку фактические значения (таблица 3) во всех случаях больше табличных, то связь между результирующим и факторными показателями является надежной, а величина коэффициентов корреляции – значимой.

Сравнивая величину рассчитанных показателей можно сделать вывод о том, что наиболее полно описывает зависимости между изучаемыми показателями семифакторная модель. В результате уравнение связи имеет вид (4):

$$y = 8898,31 - 1,48x_1 - 6,76x_2 + 44,24x_3 - 34,17x_4 - 6,67x_5 - 7,44x_6 + 89,13x_7. \quad (4)$$

Коэффициенты уравнения показывают количественное воздействие каждого фактора на результирующий показатель при неизменности других. В данном случае можно дать следующую интерпретацию полученному уравнению: производственный потенциал повышается на 44,24 % при увеличении средней выработки продукции на 1 млн. руб.; на 89,13 % – с ростом обеспеченности региона трудовыми ресурсами на 1 тыс. чел. С увеличением численности населения, занятого исследованиями и разработками, численности безработных, уровня инвестиций в основной капитал предприятий региона, валового регионального продукта и обеспеченности региона оборудованием, производственный потенциал региона согласно статистических данных Приморскстата снижается.

Следовательно, данное уравнение можно использовать для практических целей [8, с. 43]:

- а) оценки результатов деятельности;
- б) расчета влияния факторов на прирост результирующего показателя;
- в) подсчета резервов повышения уровня исследуемого показателя;
- г) планирования и прогнозирования величины производственного потенциала.

Оценка деятельности предприятия по использованию имеющихся возможностей проводится сравнением фактической величины результирующего показателя с теоретической

(расчетной), которая определяется на основе уравнения множественной регрессии.

В нашем примере (таблица 1) за 2000 г. численность населения, занятого исследованиями и разработками (x_1) – составляет 6225 чел., численность безработных (x_2) – составляет 140 тыс. чел., средняя выработка продукции по региону (x_3) – составляет 7,33 млн. руб., инвестиции в основной капитал (x_4) – составляют 19,16 трлн. руб., валовой региональный продукт (x_5) – составляет 107,55 млн. руб., обеспеченность региона оборудованием (x_6) – составляет 998,4 млрд. руб., обеспеченность региона трудовыми ресурсами (x_7) – составляет 123,86 тыс. чел.

Отсюда расчетная величина производственного потенциала по линейной модели множественной регрессии составит (5):

$$y = 8898,31 - 1,48 * 6225 - 6,76 * 140 + 44,24 * 7,33 - 34,17 * 19,16 - 6,67 * 107,55 - 7,44 * 998,4 + 89,13 * 123,86 = 1271,24. \quad (5)$$

Она превышает фактическую на 1,24 млрд. шт. Это говорит о том, что в этом году предприятия региона использовали свои возможности несколько хуже, чем в среднем за 2000-2009 гг.

Расчетные данные по линейной модели множественной регрессии используем для построения иных моделей, и, тем самым обозначим значимость каждого из уравнений регрессии, их надежность и адекватность, и выберем из них наиболее адекватную. Данные по пяти моделям занесем в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчетные данные по моделям множественной регрессии

Название модели	Общий вид	R	R ²	F	A
Линейная	$y = 8898,31 - 1,48x_1 - 6,76x_2 + 44,24x_3 - 34,17x_4 - 6,67x_5 - 7,44x_6 + 89,13x_7$	0,999	0,999	7440,19	0,40
Степенная	$y = 11,9 + 2,01x_1 - 1,05x_2 + 0,36x_3 - 0,59x_4 + 0,27x_5 - 4,01x_6 + 2,14x_7$	0,994	0,988	23,90	7,07
Показательная	$y = 8,99 - 0,004x_1 + 0,004x_2 + 0,0006x_3 - 0,005x_4 - 0,0014x_5 - 0,001x_6 + 0,02x_7$	0,993	0,986	23,46	7,13
Параболическая	$y = 9529 - 0,0003x_1 - 0,02x_2 + 0,31x_3 - 0,06x_4 - 0,015x_5 + 8,51x_6 - 0,16x_7$	0,998	0,996	102,09	3,43
Гиперболическая	$y = -99333 - 602597138x_1 + 3017086x_2 - 524462x_3 + 764918x_4 - 3742051x_5 + 143435845x_6 + 12213334x_7$	0,994	0,988	23,59	7,11

Как видно из таблицы 4, наиболее адекватной моделью множественной регрессии является степенная модель, так как, коэффициенты множественной корреляции и детерминации очень близки к единице, что говорит о весьма высокой тесноте связи факторов регрессии, расчетное значение критерия Фишера-Снедекора превышает табличное, а это означает статистическую значимость и надежность уравнения регрессии, и, наконец, ошибка аппроксимации, в отличие от других моделей, входит в допустимый интервал – от 7 до 12 %.

Результаты многофакторного регрессионного анализа могут быть также использованы для планирования и прогнозирования уровня результативного показателя. Для этого рассчитывают отдельно для каждого показателя предельную ошибку, прогнозное значение результирующего фактора, вычисляют среднюю стандартную ошибку прогноза и строят доверительный интервал.

Средняя стандартная ошибка прогноза степенной модели в таком случае будет иметь следующий вид (6):

$$m_{y_{\text{прогн}}} = 34,98. \quad (6)$$

Прогнозное значение определяется путем подстановки в уравнение регрессии соответствующего прогнозного значения $x_{\text{кр}}$ [9, с. 8]. С этой целью необходимо в полученное уравнение связи подставить плановый (прогнозный) уровень факторных показателей (таблица 5).

Таблица 5 – Сравнительная таблица фактического и прогнозного значений производственного потенциала региона

Период	Фактическое значение	Прогнозное значение	Отклонение
1	2	3	4
2000	1270,73	1211,78	58,95
2001	1679,61	1607,60	72,01
2002	1888,49	1773,47	115,02
2003	2302,63	2165,75	136,88
2004	2493,75	2366,34	127,41
2005	2803,57	2730,08	73,49
2006	3876,00	3552,32	323,68
2007	5445,56	5217,28	228,28

1	2	3	4
2008	7019,13	6475,66	543,47
2009	9110,96	8660,16	450,8
Итого	37890,43	35760,44	

Прогнозное значение результирующего признака будет следующим (7):

$$y_{\text{прогн}} = 9159,23. \quad (7)$$

Доверительный интервал прогноза будет иметь следующий вид (8):

$$y_{\text{прогн}} = 9159,23 \pm 1419,92. \quad (8)$$

Таким образом, уровень прогнозируемого производственного потенциала региона будет изменяться в следующей зависимости (9):

$$7739,31 \leq y_{\text{прогн}} \leq 10579,15. \quad (9)$$

Таким образом, изучив факторы производства, оказывающие влияние на развитие региона, а значит, и на изменение производственного потенциала, а также проанализировав их, можно прийти к выводу, что при прогнозировании производственного потенциала учитываются все факторы производства, однако те из них, которые находятся в непосредственной взаимосвязи друг с другом исключаются. Из этих данных составляется модель множественной регрессии, затем уже она поддается анализу, и лишь при соответствии множеству условий, модель признается адекватной, а, следовательно, подходящей для осуществления прогнозов.

В качестве практического применения описанных расчетов осуществления прогнозов производственного потенциала региона, составим модель осуществления данного прогноза и на основании инструментальных средств программирования, в частности объектно-ориентированного языка программирования Delphi, разработаем программный продукт, автоматизирующий описанные расчеты производственного потенциала региона.

Алгоритм реализации проектируемой программы состоит из следующих этапов:

- 1) при запуске программы пользователь должен задавать параметры матрицы (количество строк и столбцов) и вводить в ячейки таблицы значения факторов производства;
- 2) далее должен проводиться анализ введенных значений факторов производства, и в соответствии с этим, должны строиться модели множественной регрессии;
- 3) изучая характеристики каждой из составленных моделей, и, руководствуясь выводами программы о целесообразности использования определенной модели,

пользователь должен принимать решение о том, какую модель необходимо использовать в качестве основной для осуществления прогнозов;

4) далее программа должна произвести расчеты и предоставить пользователю прогноз факторных признаков и результативного признака;

5) в результате, должен формироваться отчет, содержащий анализ факторов производства, моделей множественной регрессии, описание наиболее адекватной модели и прогнозные значения, получающихся в результате вычислений.

На основании представленного алгоритма, программный продукт должен состоять из взаимосвязанных модулей, осуществляющих, каждый в свою очередь, определенные операции и действия над введенными пользователем данными (рисунок 2).

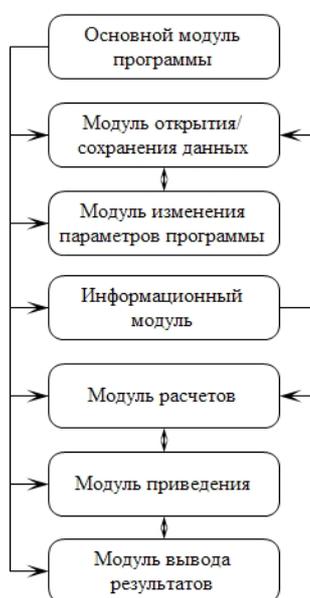


Рисунок 2. Модули программы

Рассмотрим характеристику каждого из представленных модулей [10]:

1) основной модуль программы является ключевым во всей программе. Именно он содержит первоначальные сведения (условия), используемые в дальнейшем при прогнозировании;

2) модуль открытия и сохранения данных осуществляет, соответственно, открытие и сохранение данных;

3) модуль изменения параметров программы выполняет изменение количества строк и столбцов, и в целом, меняет размерность матрицы данных(максимум 20x11);

4) информационный модуль отвечает за степень информатизации программы (сведения о программе, принцип работы, инструкция пользователю);

5) модуль расчетов отвечает за осуществление всех расчетных операций по имеющимся данным факторов производства (построение уравнений множественной регрессии, оценка коэффициентов уравнений и адекватности моделей, их анализ и прогноз);

6) модуль приведения отвечает за приведение нелинейных моделей множественной регрессии, используемых в программе, к стандартному, линейному виду;

7) модуль вывода результатов отвечает за вывод на печать отчетов по выполненным расчетам. Данный отчет содержит информацию по каждой из составленных моделей, их числовые характеристики и прогнозные значения.

Таким образом, рассматривая задачу прогнозирования производственного потенциала региона, при проектировании программного приложения можно поставить определенные задачи. Имеется статистическая информация по изменению производственного потенциала Приморского края за последние 10 лет. Она включает в себя следующие показатели:

- 1) обеспеченность региона трудовыми ресурсами;
- 2) среднюю выработку продукции по региону;
- 3) численность населения, занятого исследованиями и разработками;
- 4) обеспеченность региона оборудованием;
- 5) инвестиции в основной капитал;
- 6) численность безработных;
- 7) валовой региональный продукт.

Требуется решить следующие задачи:

1) определить, влияют ли на величину производственного потенциала региона (результативный признак) все остальные параметры (факторные признаки);

2) отбросить те параметры, которые не оказывают существенного влияния, и исключить линейно-зависимые факторные признаки;

3) построить уравнения регрессии;

4) найти прогнозные значения по результативному признаку, задав экспертно предполагаемые значения по всем признакам-аргументам на горизонте прогнозирования.

В результате проектирования программы, пользователю доступна информационная форма, содержащая сведения по социально-экономическим факторам производства региона, методам и моделям анализа и прогноза (рисунок 3).

t	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
y	1270,73	1679,61	1888,49	2302,63	2493,75	2803,57	3876,00	5445,56	7019,13	9110,96
x1	6225	6284	6325	6434	6411	6471	6458	6296	5965	6035
x2	140	96	97	88	104	87	84	78	83	80
x3	7,33	9,92	13,45	15,27	18,61	28,49	34,33	46,98	72,75	96,41
x4	19,16	62,09	72,83	96,83	152,3	186,62	215,93	263,27	296,4	318,2
x5	107,55	137	171,75	238,67	246,92	246,15	235,32	298,41	318,78	309,14
x6	998,4	975,6	1052,8	1071,2	1007,2	1084,4	1061,6	1054,4	1006,6	1002,4
x7	123,86	141,54	159,22	176,9	194,58	212,26	229,94	259,76	270,06	289,97

Рисунок 3. Информационная таблица программы

В целях осуществления расчетов, пользователю достаточно нажать кнопку «Вычислить» на вкладке одной из выбранных моделей, после чего появятся результаты расчетов программы по выбранной модели (рисунок 4).

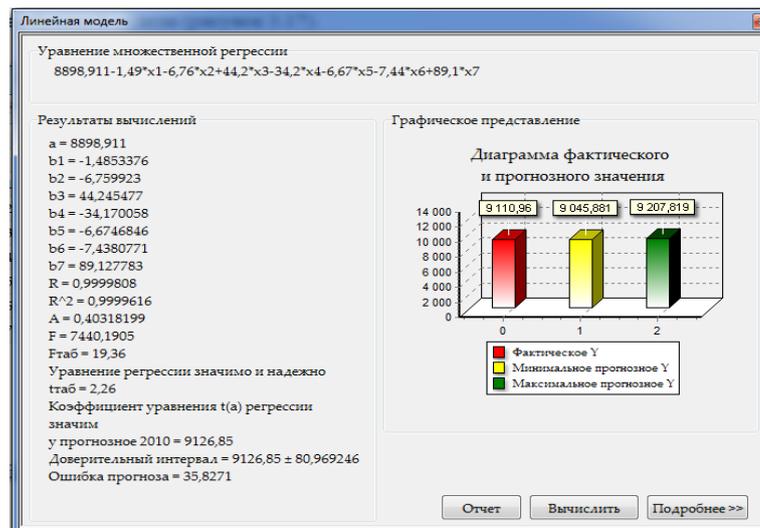


Рисунок 4. Результаты регрессионного анализа

При экономической оценке эффективности внедрения программы учитывалось, что в решении проблемы прогнозирования производственного потенциала региона решающую роль играл фактор времени, в частности оперативность поступления статистической информации о динамике изменения производственного потенциала в настоящее время.

В итоге, анализируя расчеты, можно сделать вывод о том, что затраты на внедрение новой программы окупаются в течение двухсот трех дней, а, следовательно, программа достаточно окупаема, целесообразна и приемлема для Администрации Арсеньевского городского округа, и автоматизация задач по прогнозированию производственного

потенциала региона, на основе использования информационных технологий, является технически, социально и экономически эффективной.

Данная работа выполнена в интересах создания единой информационной системы, позволяющей спрогнозировать производственный потенциал не только региона и муниципальных образований, но и предприятий производственной отрасли.

Библиография

1. Афанасьев М. Ю. Модель производственного потенциала с управляемыми факторами неэффективности. / М.Ю. Афанасьев. – Издательство ООО «Маркет ДС Корпорейшн», 2006. – 89 с.
2. Калиникова И.О. Управление социально-экономическим потенциалом региона: учебн. пособие / И.О. Калиникова. – СПб.: Питер, 2009. – 240 с.
3. Борисевич В.И. Прогнозирование и планирование экономики: учебн. пособие / В.И. Борисевич. – М.: Интерпресссервис, Эксперспектива, 2001. – 380 с.
4. Авдеенко В.И. Производственный потенциал промышленного предприятия. / В.И. Авдеенко. – М.: Экономика, 2005. – 208 с.
5. Башкатов Б.И. Социально-экономическая статистика: учебник для вузов. / Б.И. Башкатова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 703 с.
6. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебн. пособие для вузов / Н.Ш. Кремер. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 573 с.
7. Красс М.С. Математика в экономике. Математические методы и модели: учебник / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 544 с.
8. Росс С.И. Математическое моделирование и управление национальной экономикой: учебн. пособие / С.И. Росс. СПб.: Изд-во СПб ГУ ИТМО, 2006. – 74 с.
9. Хасаев Г.Р. Технология прогнозирования регионального развития: опыт разработки и использования. / Г.Р. Хасаев, В.А. Цыбатов. – Самара: Самарский государственный экономический университет, 2008. – 16 с.
10. Цыбатов В.А. Прогнозирование социально-экономического развития на компьютерных моделях. / В.А. Цыбатов. – СПб.: Изд-во СПб ГУ ИТМО, 2006. – 28 с.



Сведения об авторе

Козлов Андрей Евгеньевич, инженер по организации труда ОАО «Арсеньевская авиационная компания «ПРОГРЕСС» имени Н.И. Сазыкина» тел.; +79242634824