

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА

Проблемы и перспективы развития машиностроения Северо-Запада России

УДК 338.445:621(470.12)

© И.М. Гулый

© А.П. Дороговцев

Моделирование инновационного развития машиностроительного комплекса

В статье проведён анализ уровня инновационного развития Вологодской области в целом и в разрезе отдельных отраслей экономики, в частности показаны сильные и слабые стороны результативности научно-технологического развития регионального машиностроения, его значимость и тенденции развития за последние годы; предложена многофакторная регрессионная модель, позволяющая при достижении целевых параметров повысить долю новой и усовершенствованной продукции, производимой предприятиями комплекса.

Инновационное развитие в машиностроении, многофакторные регрессионные модели инноваций.



**Илья Михайлович
ГУЛЫЙ**

ст. преподаватель кафедры экономики и менеджмента
Вологодского государственного технического университета



**Анатолий Павлович
ДОРОГОВЦЕВ**

доктор экономических наук, профессор,
член-корреспондент РАСХН, заслуженный деятель науки РФ,
заведующий кафедрой экономики и менеджмента
Вологодского государственного технического университета

В настоящее время российская экономика находится на этапе больших возможностей в плане реализации наиболее приоритетного для неё пути дальнейшего стратегического развития — инновационного экономического роста. Потребность в постановке на «инновационные рельсы» испытывают все отрасли экономики, как высокотехнологичные, так и с традиционной

технологией. Инновационный путь является наиболее эффективным вариантом долгосрочного устойчивого развития экономики и залогом постепенного выхода страны на новые экономические рубежи.

Машиностроение является общепризнанным главным плацдармом для инновационных преобразований в экономике и ускорения технологического прогресса.

Эта отрасль — одна из самых наукоёмких и стратегически значимых. От динамики её развития и прогрессивных качественных и количественных изменений зависит достижение необходимого роста производства и повышение его конкурентоспособности за счёт выхода на более высокий технико-технологический уровень.

Машиностроительный комплекс Вологодской области представлен тремя основными видами деятельности: 1) производство машин и оборудования (более 80% совокупного объёма производства комплекса); 2) производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования; 3) производство транспортных средств и оборудования. Доля комплекса в объёме отгруженной продукции промышленности региона составляет 5%. Из более чем 650 производств самыми крупными являются: ЗАО «Вологодский подшипниковый завод» (подшипники качения), ООО «ССМ-Тяжмаш» (ремонт металлургического оборудования, литьё) и ОАО «Вологодский оптико-механический завод» (производство вооружений и военной техники).

Основные виды продукции: подшипники качения, деревообрабатывающие станки, троллейбусы, технологическое оборудование для агропромышленного комплекса, оптико-механические и электронные приборы, здания из легких металлоконструкций, эмалированная посуда и др. Кроме того, производится ремонт различного оборудования.

Физический объём производства на машиностроительных предприятиях Вологодской области вырос в 2008 году по сравнению с предыдущим годом на 12% (рис. 1), в то время как спад в промышленности составил 4% (негативные тенденции в экономике). Заметим, что российский, и в частности региональный, машиностроительный комплекс развивался за последние годы более динамично, чем промышленность в целом.

В 2008 г. машиностроительными предприятиями области отгружено товаров собственного производства на 18,4 млрд. руб. За указанный период выросло производство электрических кранов, машин и оборудования для животноводства, низковольтной электрической аппаратуры, комплектных

Рисунок 1. Динамика объёма производства машиностроительных предприятий Вологодской области в 2000 – 2008 гг. [5]



Примечание. До 2004 г. включительно приведены данные по отрасли «Машиностроение и металлообработка»; с 2005 г. – суммарные данные по производству машин и оборудования, электро-, электронного и оптического оборудования, транспортных средств и оборудования.

Таблица 1. Доля машиностроительного комплекса в промышленности Вологодской области, % [3]

Показатели	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Объём отгрузки продукции	6,2	6,4	5,6	5,8	4,0	5,3	5,0
Объём экспорта	0,7	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,3
Объём инвестиций	3,9	2,9	3,4	0,5	0,8	1,1	5,2
Стоимость основных фондов	6,6	6,4	5,4	4,8	3,0	2,6	2,9
Объём прибыли	5,1	2,0	1,1	1,4	0,8	1,6	1,5
Численность работающих	17,8	19,1	18,0	18,0	19,0	18,0	20,1
Налоговые поступления в бюджеты всех уровней	12,9	8,2	5,0	5,0	7,8	6,4	н/д

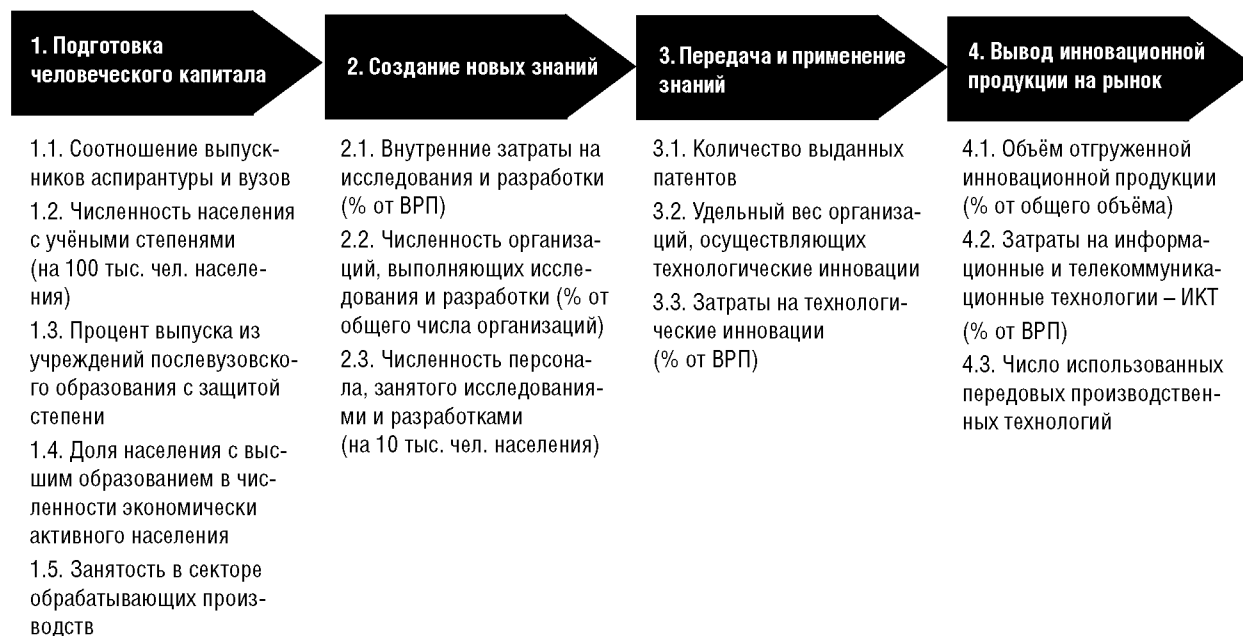
трансформаторных подстанций, химического оборудования и запчастей к нему, технологического оборудования для перерабатывающих отраслей АПК, троллейбусов [5].

При небольшом удельном весе в объёме производства промышленной продукции области (в 2008 году – 5%) в отрасли занято 20% численности промышленно-производственного персонала. В *таблице 1* представлены показатели, характеризующие значимость машиностроительного комплекса в региональном промышленном производстве.

Исследуемая отрасль является социальной значимой: от её благополучия зависит социальная стабильность в регионе, развитие кадрового потенциала, сохранение большого числа рабочих мест (одна пятая общей численности занятых в промышленном секторе).

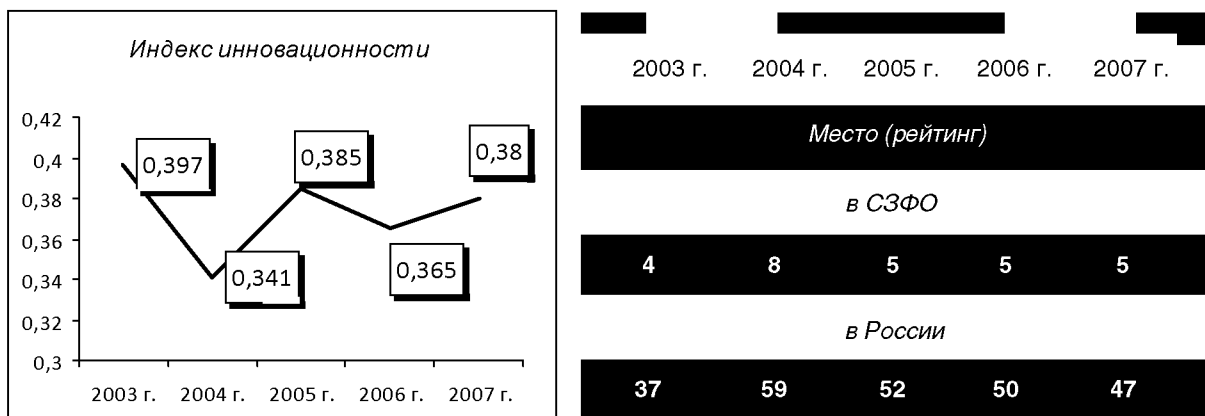
Для понимания вклада машиностроительного комплекса в инновационное движение Вологодской области необходимо провести анализ современного состояния уровня генерации и применения новшеств в хозяйственном комплексе региона в целом, а также в разрезе отдельных отраслей экономики.

Рисунок 2. Показатели, входящие в индекс инновационности региона* [2]



* Индекс инновационности региона определяется как среднее арифметическое из 4-х промежуточных показателей инновационного развития по каждой из 4-х групп. Промежуточные показатели, в свою очередь, определяются как среднее арифметическое из частных показателей инновационности, определяемых по формуле: $I_{ij}^r = \frac{(\sqrt{x_{ij}^r} - \sqrt{\min x_{ij}^r})}{n} / \frac{(\sqrt{\max x_{ij}^r} - \sqrt{\min x_{ij}^r})}{n}$, где i – частный показатель инновационности ($\sum i = 14$); j – порядковый номер группы показателей ($\sum j = 4$); r – регион.

Рисунок 3. Рейтинг Вологодской области по уровню инновационного развития



Первым значимым моментом является исследование уровня инновационности региона. *Инновационность региона* – это его способность генерировать и внедрять инновационные разработки в своей экономической среде (на своей территории) [4].

С целью чёткого представления существующих позиций по показателю инновационности Вологодской области относительно других элементов национальной экономики рассчитаем уровень инновационного развития по методике Фонда стратегических разработок «Северо-Запад» [2]. Методика основана на показателях, максимально отражающих состояние исследуемого объекта с точки зрения преимуществ, достигнутых на основных стадиях инновационного процесса – от подготовки человеческого капитала до создания, передачи, применения знаний и в конечном итоге доведения инновационной продукции до потребителя (рис. 2).

По уровню инновационного развития Вологодская область занимает в Северо-Западном федеральном округе средние позиции, оказавшись в 2007 году на пятом месте среди 10 регионов округа и на 47 месте среди 79 исследованных российских регионов (рис. 3). Область имеет сильные позиции на следующих стадиях инновационного процесса: подготовка человеческого капитала, вывод инновационной

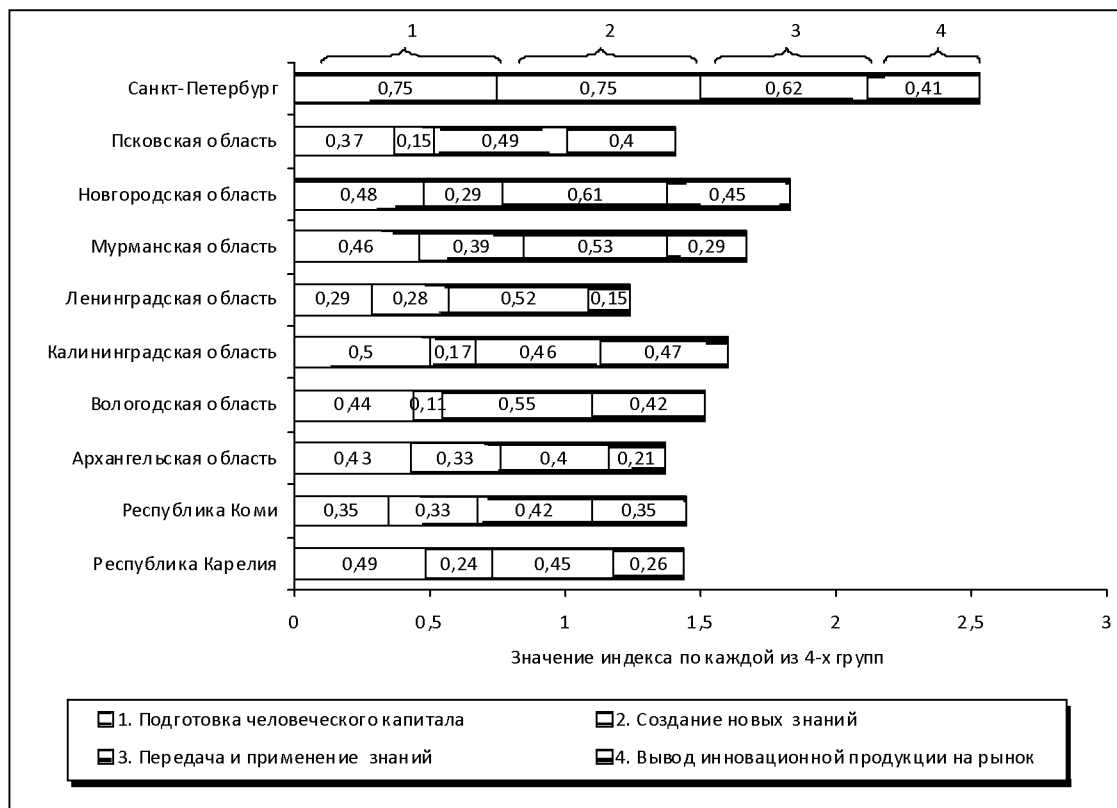
продукции на рынок (рис. 4) – в основном за счёт относительно высокого удельного веса инновационной продукции и относительно большого числа использованных в 2007 году производственных технологий. По остальным показателям – фазам инновационного процесса – область занимает средние (передача и применение знаний) и даже слабые (создание новых знаний) позиции. Последнее является следствием того, что регион уступает многим субъектам Федерации по уровню развития инновационной инфраструктуры (научные организации, инновационные фонды, центры трансфера технологий и др.).

Для выявления источников инновационного роста исследуемого региона на современном этапе охарактеризуем эффективность инновационной деятельности в производственном секторе экономики Вологодской области.

К важнейшим показателям, используемым при оценке интенсивности внедрения инновационных разработок в производстве, отнесём:

- уровень инновационной активности – процент организаций, занимающихся внедрением инноваций, в общем числе обследуемых органами государственной статистики организаций;
- долю инновационной продукции в общем объёме;

Рисунок 4. Групповые значения индексов инновационного развития по стадиям инновационного процесса в регионах СЗФО (2007 г.)



- затраты на технологические инновации и их удельный вес в объёме отгруженной продукции;

- численность персонала, занятого исследованиями и разработками;

- количество заявок на патенты, а также число патентов, выданных за определённый период.

В число наиболее инновационно активных предприятий в 2008 году входили предприятия текстильного и швейного (28,6%), металлургического производства (25%) и машиностроительного комплекса (выпуск машин и оборудования — 27,3%; *рис. 5*).

Таким образом, региональный машиностроительный комплекс отличается сравнительно высоким уровнем инновационной активности, что является предпосылкой для его трансформации в устойчивую инновационную точку роста.

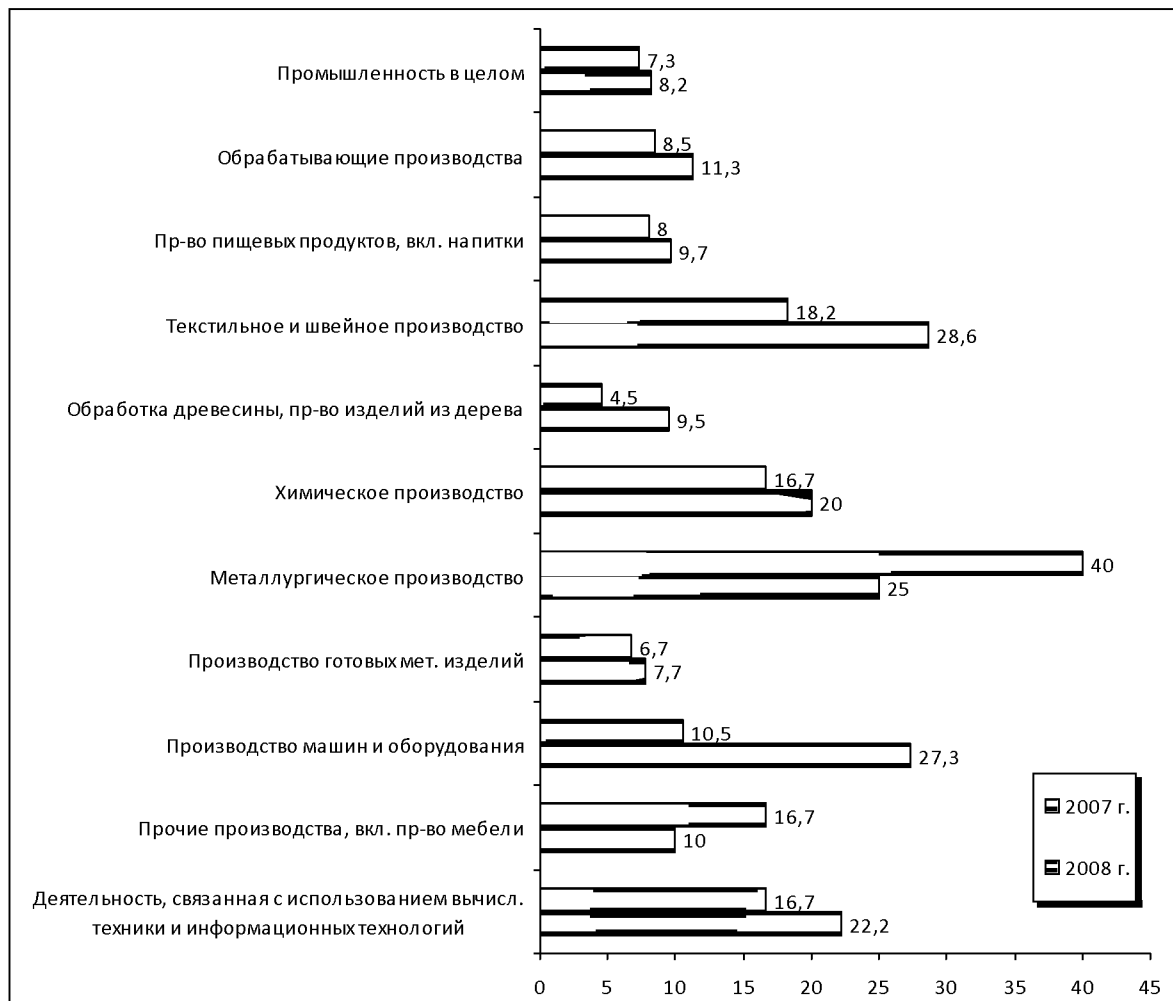
В 2008 году доля инновационной продукции предприятий по выпуску машин и

оборудования по сравнению с организациями промышленного сектора была самой высокой, достигнув рекордного за последние годы значения — 33,8% (*рис. 6*).

Инновациями в области внедрения новых видов продукции занимались ОАО «Транс-Альфа Электро» (выпуск сочленённого троллейбуса с низким уровнем пола, евродизайн), ЗАО «Вологодский подшипниковый завод» (подшипники для железнодорожного транспорта); ОАО «Вологодский оптико-механический завод» (гироскопы, тепловизионные прицелы); ОАО «Вологодский машиностроительный завод» (современные модели городских автобусов); ЗАО «Вологодский электромеханический завод» (высоковольтная электрическая аппаратура) и другие предприятия.

Высокой доли инновационной продукции достигли предприятия металлургического производства (6,8%) и производства прочих неметаллических минеральных продуктов (14,4%). В частности,

Рисунок 5. Инновационная активность по видам производств Вологодской области [7]



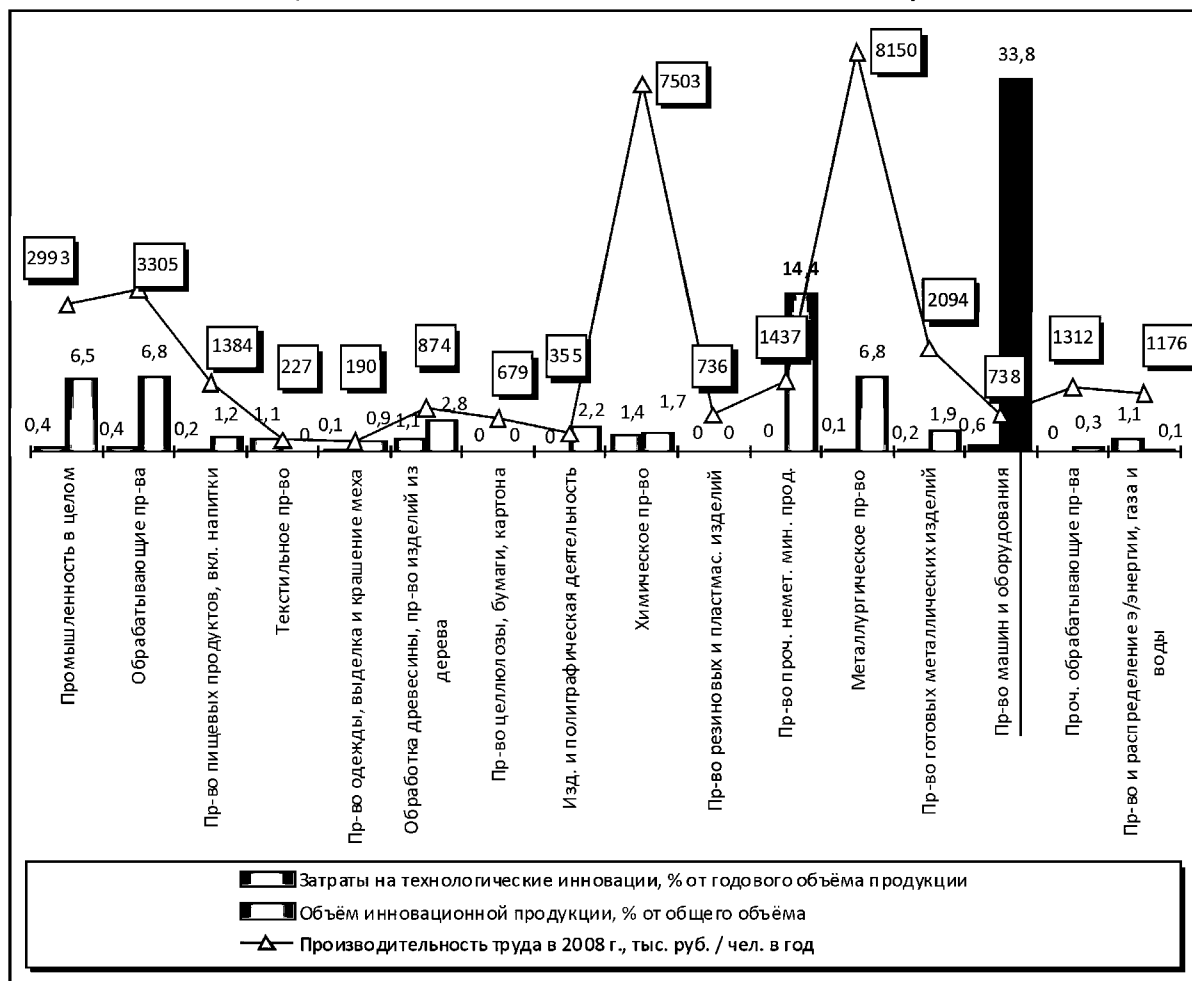
интенсивно внедряются новшества на предприятиях по изготовлению строительных конструкций и материалов (современные композиционные материалы: керамзитовый кирпич, продукция из пенобетона, пенополистерола и др.). В 2008 году в промышленном секторе области доля инновационной продукции наиболее высока была у предприятий машиностроительного комплекса (табл. 2).

Рисунок 7 характеризует степень использования интеллектуального человеческого капитала в отраслях промышленности области. Наиболее полно укомплектованы научно-техническими специалистами металлургическая промышленность (предприятия холдинга «Северстальгрупп») и

химическое производство (вертикально-интегрированная группа «Фосагро»).

Доля персонала, занятого исследованиями и разработками в машиностроении области, по сравнению с аналогичным показателем по стране меньше более чем в 3 раза. Это говорит о недостатке высококвалифицированного персонала для планомерной активизации инновационных преобразований в региональном машиностроительном бизнесе. Данная проблема вызвана отсутствием на многих предприятиях подразделений, систематически занимающихся исследованиями и конструкторскими разработками, отсутствием отраслевых исследовательских учреждений, конструкторских бюро, лабораторий,

Рисунок 6. Показатели эффективности производства и инновационной деятельности в промышленности Вологодской области в 2008 году [7]



а также современных форм инновационной инфраструктуры: специализированных технопарков, центров технологического развития, инкубаторов производства для малых предприятий, центров субконтракта и поддержки межзаводской кооперации.

Прослеживается определённая корреляция отраслевой направленности патен-

тования собственных разработок с показателями уровня инновационной активности. По числу поданных заявок на патенты (изобретения, полезные модели, промышленные образцы) лидируют предприятия чёрной металлургии, машиностроительного комплекса (табл. 3).

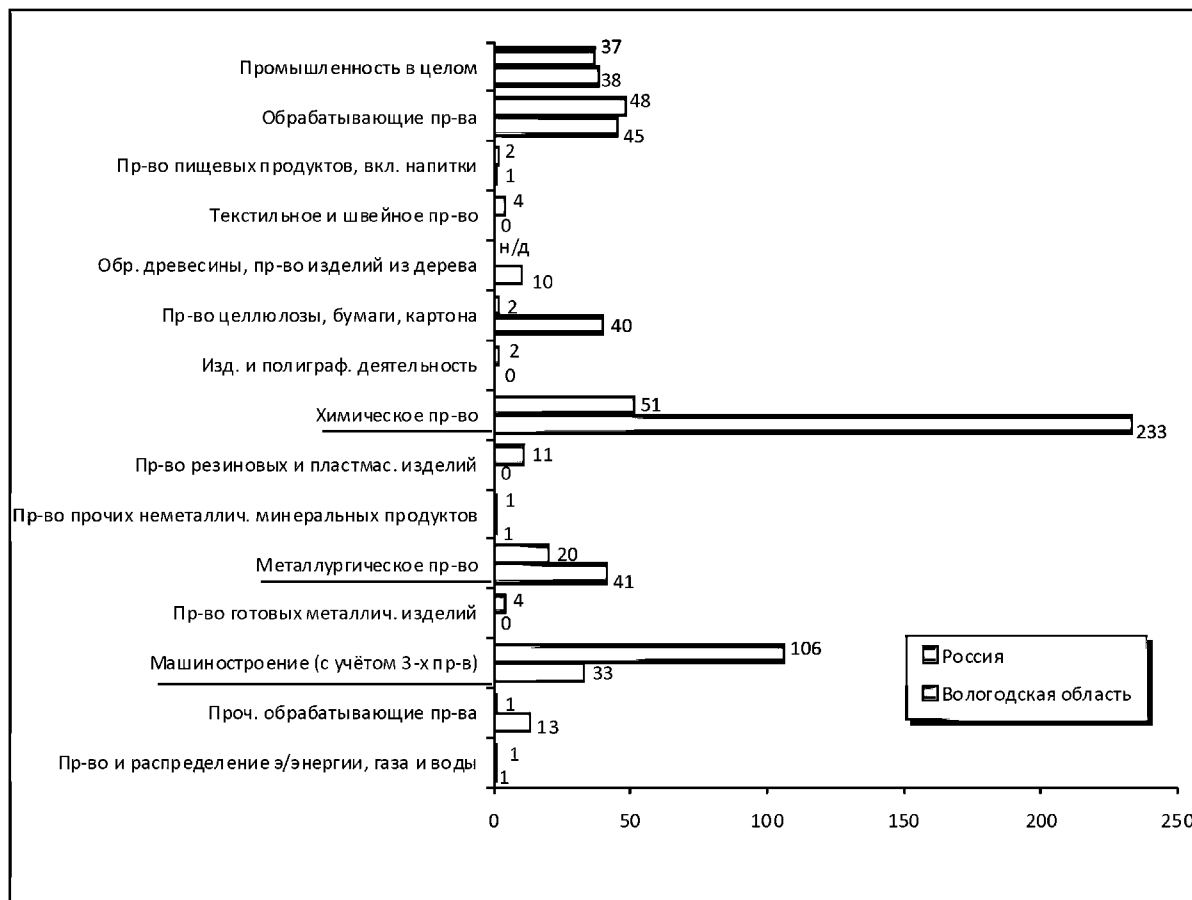
Учитывая значимость инновационной модели роста машиностроительных пред-

Таблица 2. Доля инновационной продукции Вологодской области, % [7]

Отрасль экономики	Значение по периодам	
	2006 – 2008 гг. в среднем	2008 г.
Промышленность	6,1	6,5
Машиностроение	12,3	30,4

Примечание. В 2008 году наиболее высокие значения объемов инновационной продукции, по данным статистического обследования, проведенного органами Росстата, отмечены в ООО «СМ-Тяжмаш», ООО «Спецмонтаж», ОАО «Домнаремонт», ООО «Прокатмонтаж-5», ЗАО «Фирма Стоик», ОАО Череповецкий завод автоспецоборудования «Красная звезда», ОАО «Череповецкий литейно-механический завод».

Рисунок 7. Численность работников, занятых исследованиями и разработками в промышленности Вологодской области и России в 2007 году, чел. на 10 тыс. работающих



приятий, отметим ключевые моменты, которые будут способствовать усилению влияния технологических факторов роста в ближайшей и долгосрочной перспективе (табл. 4).

Для преодоления негативных моментов инновационного развития машиностроительного комплекса одной из главных задач является разработка целевых параметров, достижение которых позволит

существенно повысить уровень инновационности. В этой связи значимо построение экономическо-математических моделей инновационно-технологического роста машиностроительной отрасли. Необходимо выявить причинно-следственные связи с определением главного, важнейшего результирующего показателя и остальных факторов, наиболее существенно влияющих на него.

Таблица 3. Количество поданных заявок на патенты в промышленности Вологодской области, шт. [7]

Вид промышленной деятельности	2007 г.	2008 г.
1. Производство пищевых продуктов	3	-
2. Metallургическое производство	49	49
3. Производство электро-, электронного и оптического оборудования	27	27
4. Производство транспортных средств и оборудования	1	2
5. Производство и распределение электроэнергии, газа, воды	-	1
Всего	80	79

Таблица 4. Ключевые факторы, влияющие на инновационный процесс в современных условиях при реализации технологических факторов роста [2]

Что формировало инновационное развитие в прошлом	Что определяет инновационное развитие в настоящее время
1. Локализация (территориальный аспект)	
Согласно отраслевой специализации регионов	Согласно наличию на территории условий для определённой деятельности
2. Масштаб	
Крупные научно-исследовательские институты	Несколько технологичных отраслей, высокий потенциал кластеризации
3. Среда	
Закрытая, инерционная среда организаций	Открытая и разнообразная городская и региональная среда. Высокая миграция, много студентов
4. Подготовка кадров	
Ориентированная на фундаментальные знания	Ориентированная на практику технологичных видов деятельности культурная политика
5. Поддержка со стороны власти	
Общие программы поддержки инноваций	Целенаправленное создание условий для определенных видов инновационной деятельности
6. Инфраструктура	
Конструкторские бюро при заводах, отраслевые НИИ, закрытые административно-территориальные образования (ЗАО)	Технопарки, лаборатории корпораций, инновационные вузы, центры трансфера технологий, центры инновационного технологического развития (ИТЦ)

Особо важным и в то же время сложным представляется выявление основного целевого инновационного ориентира и тех показателей, которые окажут на него наибольшее воздействие. На *рисунке 8* приведён результат систематизации факторных и зависимых переменных, которые будут служить исходной базой конструируемой регрессионной модели.

Путём дальнейшего отбора факторов для включения в модель, отсеивания показателей с неявно выраженной корреляцией, а также тех факторов, по которым отсутствует статистическая база анализа (например, сложность применения таких показателей, как кооперация предприятий, субконтрактные отношения, совместные исследования и разработки), предлагается степенная зависимость, как наиболее предпочтительная для составления многофакторных моделей показателей, имеющих разное количественное и качественное содержание (*формула 1*):

$$y = a \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot x_3^{b_3} \cdot \dots \cdot x_n^{b_n}, \quad (1)$$

где a ; b_1 ; b_2 ; b_3 ; ...; b_n — параметры уравнения множественной регрессии.

В качестве целевой функции (y_x) выбран показатель доли инновационной продукции в общем объёме продукции, выпущенной (отгруженной) в машиностроительном комплексе. Факторные переменные x_i представлены следующими показателями:

x_1 — число работников, выполняющих исследования и разработки, в расчёте на 10 тыс. персонала;

x_2 — затраты на технологические инновации, на 1 среднесписочного работника в сопоставимых ценах 2007 года, руб./чел.;

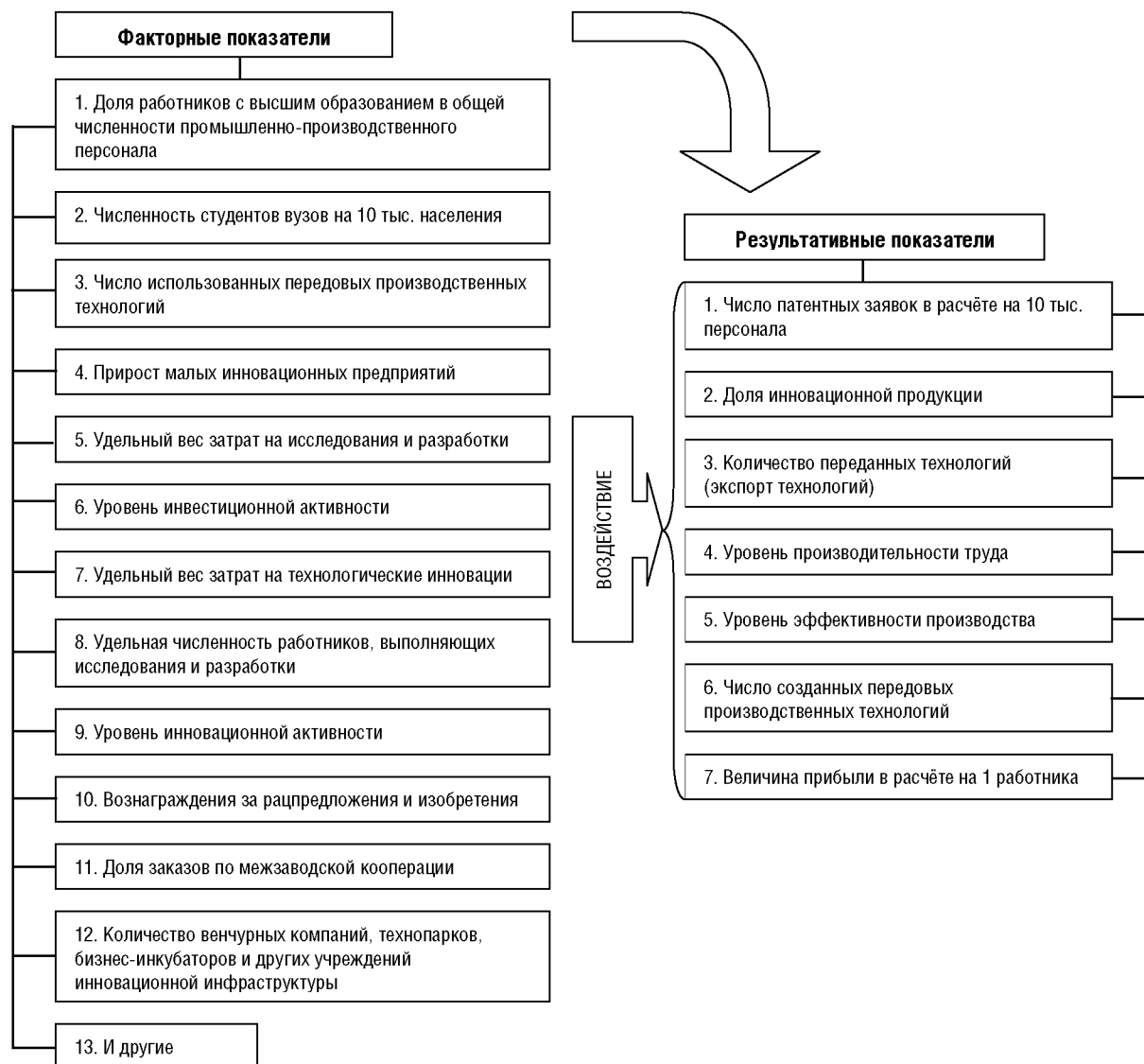
x_3 — уровень инновационной активности организаций, %;

x_4 — удельный вес работников с высшим образованием, %;

x_5 — вознаграждения за изобретения и рациональные предложения в расчёте на 1 среднесписочного работника, в сопоставимых ценах 2007 года, руб./чел.

Исходной информационной базой послужили данные Федеральной службы государственной статистики, характеризующие результаты деятельности машиностроительного комплекса [3]. В результате оценки параметров уравнения множествен-

Рисунок 8. Показатели, предлагаемые в регрессионной модели



ной регрессии получена следующая зависимость доли инновационной продукции от вышеназванных факторов (формула 2):

$$y_x = 0,08 \cdot x_1^{0,44} \cdot x_2^{0,10} \cdot x_3^{0,05} \cdot x_4^{0,20} \cdot x_5^{0,25} \quad (2)$$

Найденная математическая зависимость показывает, что доля инновационной продукции машиностроительного комплекса может быть увеличена:

– за счёт повышения доли персонала, занятого исследованиями и разработками (при её росте на 1% доля инновационной продукции возрастает на 0,44%);

– совершенствования структуры затрат (повышение удельных затрат на технологические инновации в расчёте на 1 работника на 1% ведет к соответствующему увеличению доли инновационной продукции на 0,1%);

– роста доли работников с высшим образованием, повышения уровня материальной мотивации инновационных предложений, а также инновационной активности предприятий (доля инновационной продукции при увеличении значения указанных факторов на 1% возрастёт соответственно на 0,20; 0,25 и 0,05%).

Таблица 5. Результаты решения модели инновационного развития машиностроительного комплекса*

Год	Удельный вес инновационной продукции (y), %	Значение факторов, в соответствующих единицах измерения					Значение u_x по уравнению регрессии, %
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
1999	7,9	77	4 363,8	12,8	15,5	74	7,0
2000	9,0	78	5 504,6	17,2	16,7	70	7,3
2001	9,2	79	8 398,3	15,2	18,6	90	8,3
2002	6,9	81	10 769,3	19,5	17,7	101	8,8
2003	7,6	83	12 929,9	20,6	18,1	120	9,6
2004	10,1	83	11 698,9	21,3	19,2	138	9,9
2005	12,3	103	12 735,7	22,1	18,8	153	11,3
2006	12,0	106	18 438,6	22,4	19,5	117	11,2
2007	11,2	106	16 919,4	22,6	22,4	167	12,4

* В модель включены показатели по машиностроительному комплексу России в целом вследствие наличия статистической базы для построения устойчивых динамических рядов. Построено на основе данных [3].

Оценка существенности параметров уравнения регрессии позволяет сделать вывод о достаточно большой степени тесноты связи (коэффициент множественной детерминации равняется 0,9, значение критерия Фишера тоже высокое – 6,7).

Использование регрессионной модели инновационного развития машиностроительного комплекса позволит сформулировать предложения и рекомендации относительно того, какими должны быть параметры развития на перспективу для обеспечения приемлемого целевого уровня инноваций. Подставляя в модель улучшенные значения переменных, можно численно рассчитать эффективность мероприятий по целенаправленному переходу машиностроения на инновационную модель экономического роста.

В таблице 6 показаны текущие и целевые параметры развития регионального машиностроения (целевые ориентиры выбраны при помощи сравнения достигнутых за 2007 год значений показателей комплекса со средними значениями показателей регионов-лидеров инновационного развития России, а также передовых стран).

Судя по данным таблицы, удельный вес инновационной продукции машиностроительного комплекса области при дости-

жении целевых параметров, свойственных развитым странам – лидерам по уровню технологического развития, как показывают прогнозные расчёты, выполненные с помощью полученной модели, возрастет до 24,8%.

В настоящее время число работников, занятых исследованиями и разработками, в машиностроительном комплексе страны в среднем составляет 106 человек на 10 тысяч работающих, в Вологодской области – 33. Усилия по привлечению квалифицированных инженерно-технических кадров, совершенствованию образовательного состава персонала в сторону повышения доли работников с высшим образованием служат основой для перехода отрасли к инновационной модели развития. Для увеличения объёма и доли инновационной продукции необходимо изменить подходы к финансированию инновационной деятельности на предприятиях. Переход от остаточного финансирования, сопровождающегося незначительным объёмом затрат на инновации, к целевому вложению средств в разработку новых изделий, модернизацию, закупку нового оборудования позволит достичь высокого уровня инновационности в машиностроении.

Представленная в статье экономическая модель и её дальнейшее применение

Таблица 6. Моделирование параметров машиностроительного комплекса Вологодской области с помощью регрессионной модели

Показатели	2007 г. (факт)	Проект
Число работников, выполнявших исследования и разработки, в расчёте на 10 тыс. персонала	33	200
Затраты на технологические инновации на 1 среднесписочного работника, в сопоставимых ценах 2007 года, руб./чел.	1 780	25 000
Уровень инновационной активности организаций, %	12,1	45
Удельный вес работников с высшим образованием, %	14,5	30
Вознаграждения за изобретения и рацпредложения в расчёте на 1 работника, в сопоставимых ценах 2007 г., руб.	188	500
Удельный вес инновационной продукции в общем объёме, % (фактические и моделируемое значения)	12,3	24,8

на практике будут способствовать активизации представителями бизнеса процессов инновационно-технологического развития и модернизации отрасли, пониманию важности роли исследованных факторов в повышении эффективности

производства. Это послужит одним из факторов усиления стратегической стабильности, глобальной конкурентоспособности машиностроительного бизнеса, его перехода к устойчивому инновационному росту.

Литература

1. Машиностроительные предприятия Вологодской области за 2007 год произвели продукции на 16 млрд. рублей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mashportal.ru>
2. Мовиллы, В. Научно-технологический форсайт РФ: региональные аспекты. Некоторые выводы исследования [Электронный ресурс] / В. Мовиллы // Российский венчурный форум, Санкт-Петербург, 10 октября 2007 г. – Режим доступа: <http://www.csr-nw.ru>
3. Официальные данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации: центральная база статистических данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru>
4. Оценка конкурентоспособности областей Республики Казахстан. Рейтинг регионов // Отчёт по результатам исследований. – Казахстан: Центр маркетингово-аналитических исследований, 2006. – 22 с.
5. Производство машин и оборудования в Вологодской области: стат. сб. / Вологдастат, 2008. – 58 с.
6. Регионы России: социально-экономические показатели. 2008: стат. сб. / Росстат, 2008. – 999 с.
7. Результаты государственного статистического наблюдения предприятий и организаций Вологодской области за 2006, 2007, 2008 гг. по форме № 4-инновация «Сведения об инновационной деятельности организации». – Вологда: Вологдастат, 2008.