

Повышение эффективности инвестиционно-промышленной политики России

© 2020 г. А.И. Володин, Р.В. Губарев, Е.И. Дзюба, Ю.В. Тюленев,
Ф.С. Файзуллин, А.В. Янгиров

А.И. Володин,

Университет Реджайны, Канада; e-mail: andrei.volodin@uregina.ca

Р.В. Губарев,

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Москва; e-mail: gubarev.roma@yandex.ru

Е.И. Дзюба,

Общероссийский народный фронт в Республике Башкортостан, Уфа; e-mail: intellectRus@yandex.ru

Ю.В. Тюленев,

*Департамент промышленности, предпринимательства, природопользования, туризма и информационных технологий Аппарата Правительства Республики Башкортостан, Уфа;
e-mail: tulenev.uv@bashkortostan.ru*

Ф.С. Файзуллин,

Институт социально-экономических исследований Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа; e-mail: philosugatu@mail.ru

А.В. Янгиров,

Институт стратегических исследований Республики Башкортостан, Уфа; e-mail: yangirovav@isirb.ru

Поступила в редакцию 24.04.2018

Аннотация. В условиях санкционного давления на российские предприятия, учитывая ключевую роль промышленности в обеспечении национальной экономической безопасности, актуализировался вопрос о повышении эффективности инвестиционно-промышленной политики страны. Целью статьи является разработка экономико-математической модели, позволяющей оперативно принимать эффективные управленческие решения в инвестиционно-промышленной сфере России. В статье рассматривается мультимодель, базирующаяся на трех методах: динамическом программировании, производственной функции Кобба–Дугласа и межотраслевом балансе. Выдвинутая в ходе эмпирического исследования гипотеза о возможности построения одной производственной функции для нескольких отраслей российской промышленности подтвердилась. Поэтому в нашем случае на основе общей производственной функции Кобба–Дугласа объективно оцениваются производственные возможности (валовой выпуск продукции, ВВП) ряда отраслей национального промышленного комплекса. Первая и вторая модель построены на данных, соответственно по семи и шести отраслям промышленности России за 2011–2016 гг. Динамическое программирование позволяет сформировать оптимальный план (обеспечивающий максимально возможный дополнительный валовой выпуск продукции) распределения ограниченных государственных инвестиционных ресурсов между отраслями национального промышленного комплекса. С помощью метода межотраслевого баланса определяется максимально возможный прирост валовой добавленной стоимости (ВДС) отраслей российской промышленности. В нашем случае дополнительное инвестирование в размере 50 000 млн руб. (из них 40 000 млн руб. — в производство готовых металлических изделий, а остальные — в металлургическое производство) приводило в 2016 г. к росту валового выпуска двух отраслей национального промышленного комплекса на 316 398 млн руб., а их валовой добавленной стоимости — на 91 851 млн руб., или 4,7%. Исследование является научной базой для актуализации положений российской инвестиционно-промышленной политики.

Ключевые слова: инвестиционно-промышленная политика, динамическое программирование, производственная функция, труд, капитал, ресурсоотдача, кластеризация, межотраслевой баланс, выпуск продукции, валовая добавленная стоимость (ВДС).

Классификация JEL: C61, E22, G38, L52.

DOI: 10.31857/S042473880008479-5

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время экономика России оказалась в зоне турбулентности во многом из-за агрессивной внешней среды предприятий (Глазьев, 2015), и в частности введения США и странами ЕС секторальных санкций в отношении ряда отечественных хозяйствующих субъектов, ограничивающих доступ не только к прогрессивным технологиям, но и международным финансово-инвестиционным ресурсам.

Учитывая, что ключевую роль в национальной экономике играют именно промышленные организации (ежегодно свыше четверти валовой добавленной стоимости РФ в 2014–2016 гг. генерировала основная деятельность промышленного комплекса страны), на первое место вышел вопрос о повышении эффективности инвестиционно-промышленной политики на макроуровне. На наш взгляд, это становится достижимым прежде всего в результате применения современных экономико-математических методов. В рамках нашего исследования решается задача оптимального распределения государственных инвестиционных ресурсов с помощью динамического программирования.

В нашем случае применение метода динамического программирования предполагает наличие данных о приросте выпуска продукции предприятий, функционирующих в различных отраслях промышленного комплекса страны, в случае выделения им дополнительных инвестиционных ресурсов. Необходимые данные можно получить в результате оценивания производственного потенциала российских промышленных предприятий в отраслевом разрезе на основе построения производственных функций Кобба–Дугласа. Выбор метода для оценки производственных возможностей отраслей национальной промышленности неслучаен. До сих пор именно производственная функция Кобба–Дугласа позволяет с необходимой степенью точности оценивать выпуск продукции на отраслевом, макро-, мезо- и микроуровне. Такой вывод можно сделать, опираясь на ряд современных научных исследований (Афанасьев, Пономарева, 2014; Гильмундинов, 2017; Макаров и др., 2014; Светуных, 2016; Суворов, 2015).

1. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ПОЛИТИКИ

В настоящее время, несмотря на определенные различия (среди представителей власти и научно-экспертного сообщества) во взглядах на перспективы развития национальной экономики и комплекс мер, направляемых на обеспечение эффективности российской экономической политики, наблюдается консенсус в части ключевых факторов, определяющих экономическую динамику.

Во-первых, консолидированная позиция заключается в том, что национальная экономическая политика и основные факторы, обеспечивавшие на протяжении последних 15 лет развитие российской экономики, в настоящее время не обладают потенциалом, способным обеспечить устойчивый рост. Во-вторых, профессиональное сообщество сходится во мнении, что обеспечение качества и необходимых темпов экономического роста является невыполнимой задачей без повышения уровня инвестиционной активности прежде всего хозяйствующих субъектов, функционирующих в различных отраслях национального промышленного комплекса.

Так, например, министр промышленности и торговли Российской Федерации Д.В. Мантуров связывает кризисные явления в промышленном комплексе страны, проявляющиеся в сужении инвестиционного спроса, замедлении обновления основных средств и темпов роста физических объемов производимой продукции не с внешними, а внутренними причинами, и прежде всего структурного характера. Анализируя структуру государственных расходов на поддержку российской промышленности, министр федерального правительства отмечает высокую долю неинвестиционных затрат, иными словами — фактически осуществляется лишь поддержка достигнутого уровня социально-экономического развития предприятий, а не модернизация их производства. Развивая мысль, Мантуров считает, что в сложившейся ситуации «создание конкурентоспособной национальной промышленности возможно лишь при одновременном проведении институциональных реформ (с формированием благоприятной инвестиционной среды) и ошутимом наращивании

объемов государственной поддержки с параллельной настройкой уже имеющихся инструментов регулирования” (Мантуров и др., 2017).

С выводами министра федерального правительства логически связана точка зрения академика РАН В.В. Ивантера, также отмечающего структурно-технологические проблемы российской экономики, заключающиеся в неоптимальном распределении производительных сил и финансовых ресурсов по регионам страны. По его мнению, устранить или хотя бы смягчить подобные проблемы призвана структурно-инвестиционная политика — “комплекс мер, нацеленных на сглаживание диспропорций отраслевого, технологического и пространственного характера, которые затрудняют взаимодействие между секторами экономики и не устраняются традиционными рыночными механизмами” (Ивантер и др., 2017). Развивая свою мысль, В.В. Ивантер считает, что успешная реализация такой политики невозможна без формирования эффективного механизма инвестирования средств в основной капитал предприятий, который ускорил бы процесс диверсификации промышленного комплекса страны путем государственной поддержки в первую очередь производителей инновационной продукции.

Анализ тематической научной литературы показал, что каждый исследователь пытается предложить определенный вариант обеспечения эффективности национальной инвестиционно-промышленной политики, акцентируя внимание на решении ряда проблем.

Так, например, К.В. Фальцман в качестве системы мер, направленных на повышение эффективности российской инвестиционно-промышленной политики, предлагает: “Ручное управление проектами и программами, создающее особые благоприятные условия для высокой эффективности и инвестиционной привлекательности ограниченного числа проектов, кластеров и экономических зон. Восстановление в целесообразных масштабах интеграции с мировой экономикой, особенно с Большой Европой, США, Канадой и Японией” (Фальцман, 2016).

Исследователь О. Березинская (Березинская, 2016) к первоочередным мерам развития инвестиционно-промышленной политики России относит: “Увеличение объема собственных инвестиционных ресурсов российских предприятий и повышение их склонности к самофинансированию проектов. Импортозамещение в машиностроении. Кредитная поддержка инвестиционных проектов ключевых видов экономической деятельности. Меры по скорейшему преодолению ограниченной доступности ресурсов на мировых финансовых рынках. Государственная поддержка инфраструктурных проектов. Ослабление инфляционного давления на инвестиционные процессы в российской экономике. Улучшение менеджмента инвестиционных проектов, в первую очередь финансируемых за счет государственных средств”.

Из многообразия тематической литературы, на наш взгляд, можно выделить работу члена-корреспондента РАН Г.Б. Клейнера (Клейнер, 2017), в которой на основе системного подхода предлагается определенный вариант модернизации российских предприятий. Исследователь отмечает, что, “базируясь на фундаментальных ценностях системного подхода, достижениях системной экономической теории, методах производственных функций и смежных моделей, мы попытались сформировать целостную концепцию модернизации хозяйствующих субъектов. Имплементация такой концепции, как представляется, не только позволит повысить конкурентоспособность предприятия, но и будет способствовать консолидации экономической теории, политики и практики”.

Аналогичной точки зрения придерживается и ряд других ученых, например академики В.Л. Маркаров и В.В. Окрепилов, а также член-корреспондент РАН А.Р. Бахтизин (Окрепилов и др., 2015) считают целесообразным применить мультимодели для имитации поведения сложных социально-экономических систем.

Консолидируясь с такой позицией ученых-экономистов, мы полагаем, что именно междисциплинарные исследования, системный подход, наряду с активным применением экономико-математических методов, позволит повысить эффективность инвестиционно-промышленной политики России.

В связи с вышесказанным предлагается обеспечить эффективность российской инвестиционно-промышленной политики с помощью гибридной модели или мультимодели. Такая модель

в нашем случае базируется на трех методах: динамическом программировании, производственной функции Кобба–Дугласа и межотраслевым балансе. Производственная функция Кобба–Дугласа обеспечит объективную оценку производственных возможностей ряда отраслей национального промышленного комплекса. Динамическое программирование позволит сформировать оптимальный план распределения государственных инвестиционных ресурсов между отраслями национального промышленного комплекса. В совокупности с методом межотраслевого баланса можно будет определять не только максимально возможный прирост валового выпуска, но и валовой добавленной стоимости отраслей российской промышленности.

2. ОЦЕНКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

Модель производственных возможностей отраслей национального промышленного комплекса (P_j) аддитивного вида включает детерминированную (Y_j) и случайную (ε_j) составляющие. Детерминированная составляющая модели в канонической форме описывается уравнением множественной нелинейной (мультипликативно-степенного вида) регрессии:

$$Y_j = A_0 \prod_{i=1}^n X_i^{A_i}, \quad (1)$$

где Y_j — зависимая переменная (результат производственной деятельности j отрасли промышленного комплекса страны); A_0 — свободный член уравнения регрессии; X_i — независимые (объясняющие) переменные (факторы производства); A_i — параметры уравнения регрессии; n — число факторов.

В нашем случае детерминированная составляющая является классической производственной функцией Кобба–Дугласа. В качестве показателя, характеризующего результат производственной деятельности отраслей российской промышленности, принимается валовой выпуск (млн руб.). Согласно классическому виду функции Кобба–Дугласа (Cobb, Douglas, 1928) к традиционным производственным факторам относятся труд (оплата труда наемных работников) (X_1) (млн руб.) и капитал (полная учетная стоимость основных фондов) (X_2) (млн руб.). Оба фактора, как и результативный показатель, выражены в текущих ценах.

Учитывая уровень ресурсоотдачи (рассчитывается как отношение валового выпуска к совокупной величине оплаты труда наемных работников и полной учетной стоимости основных фондов) (табл. 1), нами была выдвинута гипотеза о возможности построения общей производственной функции Кобба–Дугласа для ряда отраслей российской промышленного комплекса (на примере обрабатывающих производств).

На основе анализа ресурсоотдачи была выдвинута гипотеза о возможности построения одной общей производственной функции для каждой группы отраслей (группа 1: IV, V, VIII, X, XI, XIII–XV; группа 2: I–III, VI, IX, XII, XVI), относящихся к обрабатывающим производствам национального промышленного комплекса.

С целью подтверждения (опровержения) такой гипотезы проводилось эмпирическое исследование — кластеризация отраслей национального промышленного комплекса (во временном разрезе), исходя из уровня ресурсоотдачи. Кластеризация осуществлялась методом самоорганизующихся карт Кохонена в программном продукте Deductor Studio Lite 5.1. Условия (автоматически установленные в программе и задаваемые исследователями) были практически идентичными, что и в работе (Гринберг и др., 2018), за исключением числа кластеров. В ходе эмпирического исследования было установлено, что с помощью производственных функций Кобба–Дугласа, исходя из данных за 2011–2016 гг., можно достаточно точно оценить производственные возможности, соответственно для семи (IV, V, VIII, XI, XIII–XV) и шести (I–III, VI, IX, XII) отраслей российской промышленности (на примере обрабатывающих производств). При этом с целью повышения точности моделирования из каждой группы отраслей национального промышленного комплекса были исключены, соответственно, отрасли X и XVI. О высокой точности кластеризации свидетельствует тот факт, что все наблюдения были корректно распознаны (с ошибкой менее 5%).

Таблица 1. Ресурсоотдача предприятий, функционирующих в различных отраслях российской промышленности в 2011–2016 гг.

№ отрасли	Наименование	Ресурсоотдача					
		2011	2012	2013	2014	2015	2016
I	Производство пищевых продуктов, включая напитки, и табака	2,85	2,88	2,85	2,92	3,03	3,11
II	Текстильное и швейное производство	2,66	2,54	2,65	2,69	2,46	2,58
III	Производство кожи, изделий из кожи и производство обуви	2,61	2,29	2,31	2,38	2,67	2,72
IV	Обработка древесины и производство изделий из дерева	1,54	1,51	1,61	1,62	1,61	1,52
V	Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона и изделий из них	1,63	1,53	1,44	1,19	1,35	1,44
VI	Издательская и полиграфическая деятельность, тиражирование записанных носителей информации	1,99	2,07	2,14	2,29	2,37	2,31
VII	Производство кокса и нефтепродуктов	6,54	5,90	5,01	3,44	2,64	2,35
VIII	Химическое производство	1,98	1,85	1,70	1,62	1,79	1,61
IX	Производство резиновых и пластмассовых изделий	2,38	2,28	2,22	2,05	2,19	2,30
X	Производство прочих неметаллических минеральных продуктов	1,53	1,52	1,37	1,19	1,12	1,12
XI	Металлургическое производство	2,26	2,01	1,72	1,77	1,93	1,73
XII	Производство готовых металлических изделий	2,43	2,37	2,33	2,35	2,44	2,43
XIII	Производство машин и оборудования	2,08	2,06	1,94	1,92	1,90	1,91
XIV	Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	2,03	2,08	2,01	1,92	1,83	1,76
XV	Производство транспортных средств и оборудования	2,05	2,14	2,08	2,06	2,00	2,00
XVI	Прочие производства	2,92	2,96	3,19	3,49	3,47	3,48

Источник: расчеты авторов по данным статистических сборников “Инвестиции в России 2017” и “Национальные счета России в 2011–2016 годах”.

Таким образом, ранее выдвинутая гипотеза подтвердилась. При этом необходимо отметить, что возможность построения общей производственной функции — нетипичное явление, обусловленное сопоставимым уровнем ресурсоотдачи ряда отраслей промышленного комплекса страны. Информационной базой для построения производственной функции Кобба–Дугласа являются данные российской отраслевой статистики за 2011–2016 гг.¹ Выбранная модель предполагает предварительную линеаризацию (путем вычисления натурального логарифма) ее детерминированной составляющей, т.е. трансформацию из вида (1) в

$$\ln Y_j = A'_0 + \sum_{i=1}^n A_i \ln(X_i). \quad (2)$$

В табл. 2 представлены результаты расчета параметров линеаризованной детерминированной составляющей моделей.

Таблица 2. Спецификация моделей производственных возможностей двух групп отраслей российского промышленного комплекса в 2011–2016 гг.

Параметр	Модель 1 (7 отраслей)	Модель 2 (6 отраслей)
A'_0 (const)	–0,138	1,181
$A_1(\ln X_1)$	0,468	0,394
$A_2(\ln X_2)$	0,647	0,641

Источник: расчеты авторов.

¹ По данным: “Инвестиции в России 2017” и “Национальные счета России в 2011–2016 годах”.

На рис. 1 и 2 в виде трехмерного графика представлены производственные функции Кобба–Дугласа, оценивающие производственные возможности соответственно семи и шести отраслей российского национального промышленного комплекса.

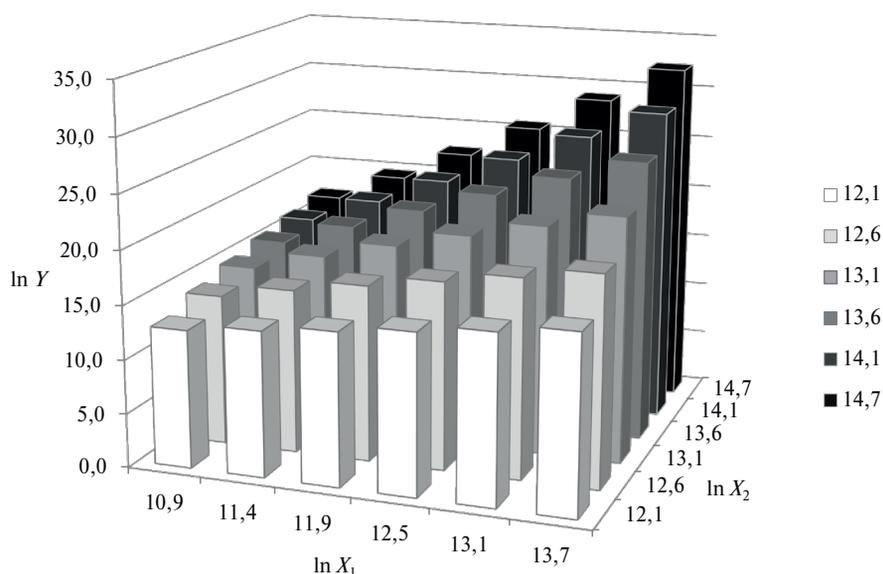


Рис. 1. Производственная функция Кобба–Дугласа для группы 1 отраслей российского промышленного комплекса

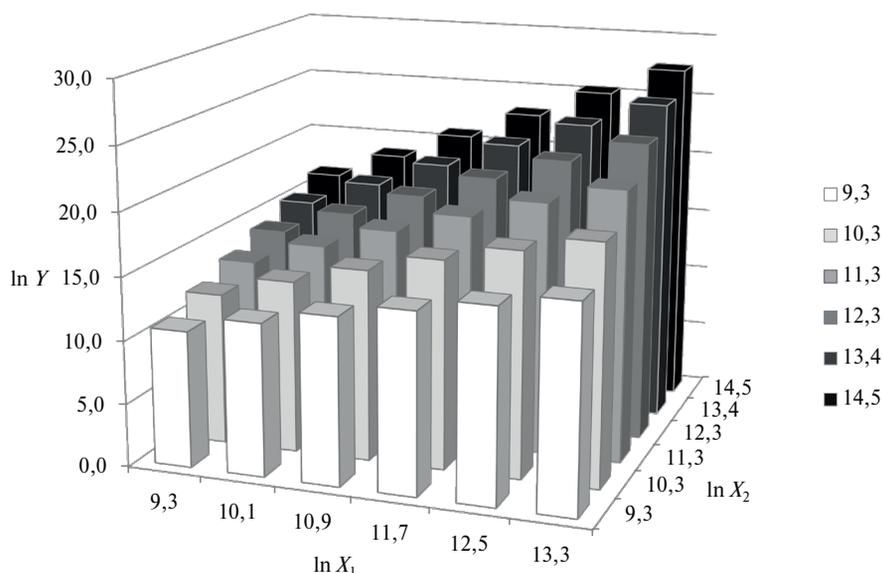


Рис. 2. Производственная функция Кобба–Дугласа для группы 2 отраслей российского промышленного комплекса

С целью оценки адекватности и точности модели производственных возможностей отраслей российской промышленности используем ряд соответствующих процедур (табл. 3).

Для визуализации оценки точности моделирования на рис. 3 и 4 представлены фактические и теоретические (определенные по моделям) значения резуль­тативного показателя — валового выпуска продукции, соответственно для группы 1 и 2 отраслей национального промышленного комплекса.

Таблица 3. Результаты оценки моделей на адекватность и точность

Процедура	Модель 1	Модель 2
Проверка параметров регрессии при факторных показателях (труд и капитал) на статистическую значимость (по критерию Стьюдента)**	$t_{k\text{расч}} = (23,43; 28,53)$, $ t_{k\text{расч}} > t_{k\text{табл}}$	$t_{k\text{расч}} = (6,67; 14,00)$, $ t_{k\text{расч}} > t_{k\text{табл}}$
	Параметры уравнения регрессии значимы	
Проверка уравнения регрессии на значимость (по критерию Фишера–Снедекора)***	$F_{\text{расч}} = 2173,83$ $F_{\text{расч}} > F_{\text{табл}}$	$F_{\text{расч}} = 2515,95$ $F_{\text{расч}} > F_{\text{табл}}$
	Уравнение регрессии значимо	
Оценка качества уравнения регрессии (на основе расчета коэффициента детерминации (R^2))	$R^2 = 0,991 > 0,9^*$	$R^2 = 0,993 > 0,9^*$
	Модель позволяет проводить точную оценку	
Оценка качества уравнения регрессии (на основе расчета скорректированного коэффициента детерминации (R_A^2))	$R_A^2 = 0,991 > 0,9^*$	$R_A^2 = 0,993 > 0,9^*$
	Модель позволяет проводить точную оценку	
Проверка качества подбора теоретического уравнения регрессии (на основе расчета средней ошибки аппроксимации)	$E = 0,4\% < 5-8\%^{****}$	$E = 0,7\% < 5-8\%^{****}$
	Модель позволяет проводить точную оценку	

* По методике и данным из (Горбатков и др., 2012).

** $t_{k\text{табл}} = 2,02 / 2,04$ при $df(v) = 39 / 33$ и $\alpha = 0,05$.

*** $F_{\text{табл}} = 3,23 / 3,32$ при $df_1(v_1) = 2$ и $df_2(v_2) = 39 / 33$.

**** По данным из (Савицкая, 2003).

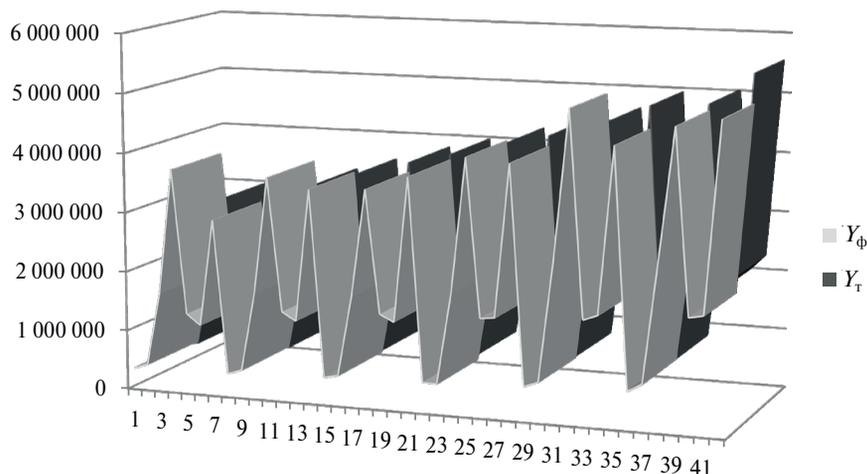


Рис. 3. Фактические и теоретические значения валового выпуска продукции для группы 1 отраслей российского промышленного комплекса, млн руб.

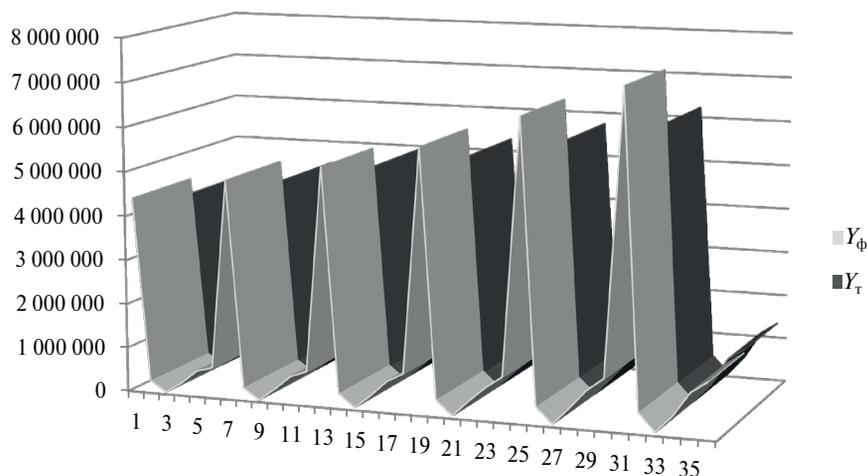


Рис. 4. Фактические и теоретические значения валового выпуска продукции для группы 2 отраслей российского промышленного комплекса, млн руб.

Таким образом, результаты корреляционно-регрессионного анализа (КРА) указывают на адекватность и достаточно высокую степень точности двух моделей, что позволяет применять их в практических целях — для формирования информации о возможностях прироста выпуска продукции в случае дополнительного инвестирования средств в основной капитал предприятий, функционирующих в различных группах отраслей промышленного комплекса страны.

Поэтому далее непосредственно решается задача оптимального распределения государственных инвестиционных ресурсов методом динамического программирования на примере обрабатывающих производств национального промышленного комплекса.

3. ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНВЕСТИЦИЙ (В ОТРАСЛЕВОМ РАЗРЕЗЕ) МЕТОДОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Вычислительная процедура метода динамического программирования на основе принципа оптимальности Р. Беллмана (и одноименных рекуррентных соотношений) помимо первоисточника (Беллман, Дрейфус, 1965) широко освещена в современной научной литературе (см., например, (Колодная, 2014)).

Однотипная постановка задачи представлена в работе (Гарипов и др., 2016). Однако в нашем случае распределение дополнительных инвестиционных ресурсов необходимо произвести для отраслей промышленного комплекса, а не аграрного сектора российской экономики. Предположим, что с целью государственной поддержки национальной промышленности в 2016 г. дополнительно было выделено 50 000 млн руб. Для упрощения расчетов ограничиваемся поиском оптимального распределения государственных инвестиционных ресурсов между четырьмя отраслями (II, V, XI и XII) российского промышленного комплекса. При этом каждой отрасли может быть выделено 0, 10 000, 20 000, 30 000, 40 000 или 50 000 млн руб. На основе ранее определенных двух производственных функций Кобба–Дугласа рассчитывается возможный прирост выпуска продукции каждой отрасли в зависимости от размера дополнительных инвестиций (табл. 4).

Таблица 4. Исходная информация для решения задачи оптимального распределения государственных инвестиционных ресурсов

Объем выделенных средств (x), млн руб.	Ежегодный прирост объема выпуска продукции (млн руб.) в зависимости от объема выделенных средств			
	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$f_3(x)$	$f_4(x)$
0	0	0	0	0
10 000	6628	19 793	121 674	105 949
20 000	35 875	30 637	135 013	135 889
30 000	64 240	41 403	148 334	165 475
40 000	91 814	52 092	161 635	194 724
50 000	118 676	62 708	174 917	223 649

Источник: расчеты авторов.

В нашем случае оптимальным считается распределение инвестиционных ресурсов, обеспечивающее максимальный ежегодный прирост выпуска продукции. Такая задача решается в 2 этапа.

Этап 1. Условная оптимизация.

Шаг 1. Рассчитывается максимальный ежегодный прирост выпуска продукции отрасли II национального промышленного комплекса $F_1(x)$ при условии выделения x (млн руб.) по эквивалентным формулам:

$$F_1(x) = \max_{0 \leq x_1 \leq x} \{f_1(x_1)\}, \quad (3)$$

$$F_1(x) = f_1(x), \quad 0 \leq x \leq 50\,000. \quad (4)$$

Значения функции $F_1(x)$ и условно-оптимальные значения объема выделенных отрасли II средств x_{10} представлены в табл. 5.

Таблица 5. Условно-оптимальный объем инвестирования в отрасль II национального промышленного комплекса

x	$F_1(x)$	x_{10}
0	0	0
10 000	6628	10 000
20 000	35 875	20 000
30 000	64 240	30 000
40 000	91 814	40 000
50 000	118 676	50 000

Источник: расчеты авторов.

Шаги 2 и 3. Последовательно определяется совокупный ежегодный прирост выпуска продукции отраслей II, V и отраслей II, V, XI национального промышленного комплекса при условии выделения x млн руб. по формуле (5), которая эквивалентна соответственно (6) и (7):

$$F_k(x) = \max_{0 \leq x_k \leq x} \{f_k(x_k) + F_{k-1}(x - x_k)\}, \quad k = 2, \dots, N; \quad (5)$$

$$F_2(x) = \max_{0 \leq x_2 \leq x} \{f_2(x_2) + F_1(x - x_2)\}, \quad 0 \leq x \leq 50\,000; \quad (6)$$

$$F_3(x) = \max_{0 \leq x_3 \leq x} \{f_3(x_3) + F_2(x - x_3)\}, \quad 0 \leq x \leq 50\,000. \quad (7)$$

Значения функций $F_2(x)$ и $F_3(x)$, а также условно-оптимальные значения объема выделенных отраслям V и XI национального промышленного комплекса средств x_{20} и x_{30} представлены в табл. 6.

Таблица 6. Условно-оптимальный объем инвестирования в отрасли V и XI национального промышленного комплекса

x	x_2						$F_2(x)$	x_{20}
	0	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000		
10 000	6628	19 793	–	–	–	–	19 793	10 000
20 000	35 875	26 422	30 637	–	–	–	35 875	0
30 000	64 240	55 669	37 266	41 403	–	–	64 240	0
40 000	91 814	84 033	66 513	48 031	52 092	–	91 814	0
50 000	118 676	111 607	94 877	77 278	58 720	62 708	118 676	0
x	x_3						$F_3(x)$	x_{30}
	0	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000		
10 000	19 793	121 674	–	–	–	–	121 674	10 000
20 000	35 875	141 467	135 013	–	–	–	141 467	10 000
30 000	64 240	157 549	154 807	148 334	–	–	157 549	10 000
40 000	91 814	185 913	170 889	168 127	161 635	–	185 913	10 000
50 000	118 676	213 488	199 253	184 209	181 428	174 917	213 488	10 000

Источник: расчеты авторов.

Шаг 4. Рассчитывается совокупный ежегодный прирост выпуска продукции отраслей II, V, XI и XII национального промышленного комплекса при условии выделения x (млн руб.), по формуле (5) эквивалентной (8):

$$F_4(x) = \max_{0 \leq x_4 \leq x} \{f_4(x_4) + F_3(x - x_4)\}, \quad 0 \leq x \leq 50\,000. \quad (8)$$

Поскольку это последний шаг условной оптимизации, и значения функции $F_4(x)$ в дальнейших вычислениях использоваться не будут, то достаточно определить значение функции при $x = 50\,000$ (т.е. максимальный ежегодный совокупный прирост выпуска продукции четырех отраслей национального промышленного комплекса при условии выделения 50 000 млн руб.). Значение функции $F_4(x)$ и условно-оптимальное значение объема выделенных средств отрасли 12 национального промышленного комплекса x_{4_0} представлены в табл. 7.

Таблица 7. Условно-оптимальный объем инвестирования в отрасль XII национального промышленного комплекса

x	x_4						$F_4(x)$	x_{4_0}
	0	10 000	20 000	30 000	40 000	50 000		
50 000	213 488	291 862	293 438	306 942	316 398	223 649	316 398	40 000

Источник: расчеты авторов.

Таким образом, максимальный совокупный ежегодный прирост выпуска продукции отраслей II, V, XI и XII национального промышленного комплекса при условии выделения дополнительных 50 000 млн руб. составит 316 398 млн руб. При этом необходимо отметить, что последней отрасли из вышеуказанных отраслей экономически целесообразно выделение средств в размере 40 000 млн руб.

Этап 2. Безусловная оптимизация. Определяется оптимальный план распределения дополнительных инвестиционных ресурсов между четырьмя отраслями национального промышленного комплекса.

Шаг 1. Учитывая вышесказанное, отрасли XII средства выделяются в размере 40 000 млн руб.

Шаг 2. Поэтому трем остальным отраслям национального промышленного комплекса страны выделяются дополнительные инвестиционные ресурсы в размере 10 000 млн руб. Исходя из данных табл. 6, максимальный прирост выпуска продукции трех отраслей национального промышленного комплекса составляет 121 674 млн руб. при условии выделения 10 000 млн руб. отрасли XI.

Шаг 3. Первым двум отраслям (II и V) выделять средства экономически нецелесообразно.

Таким образом, оптимальный план распределения дополнительных инвестиционных ресурсов между четырьмя отраслями (II, V, XI и XII) национального промышленного комплекса (0, 0, 10 000 и 40 000 млн руб.) обеспечит максимальное увеличение выпуска продукции в размере 316 398 млн руб.

Применяя метод межотраслевого баланса, также достаточно широко освещенный в современной научной литературе (см., например, (Евстратов и др., 2016)), можно рассчитать максимальную валовую добавленную стоимость на ранее определенных условиях дополнительного инвестирования средств в отрасли XI и XII национального промышленного комплекса (табл. 8). Расчет производится при постоянной величине суммарных коэффициентов прямых затрат для каждой отрасли по итогам 2016 г. Такое допущение считаем возможным по причине того, что оценка производственных возможностей отраслей национального промышленного комплекса проводилась по линейным моделям.

Таблица 8. Прирост валовой добавленной стоимости при условии дополнительных инвестиций в 2016 г.

№	Наименование отрасли	Валовой выпуск в текущих ценах (2016 г.), млн руб.		Суммарные коэффициенты прямых затрат	Валовая добавленная стоимость в текущих ценах (2016 г.), млн руб.	
		фактически	теоретически		фактически	теоретически
XI	Металлургическое производство	4 906 756	5 028 430	0,667	1 634 767	1 675 305
XII	Производство готовых металлических изделий	1 268 079	1 462 803	0,736	334 161	385 474
	Итого	6 174 835	6 491 233	0,683	1 968 928	2 060 779

Источник: расчеты авторов.

Исходя из данных, представленных в табл. 8, дополнительное инвестирование в размере 50 000 млн руб. (из них 40 000 млн руб. в отрасль XII, а остальные — в отрасль XI) приводило в 2016 г. к росту валового выпуска двух этих отраслей на 316 398 млн руб., а их валовой добавленной стоимости — на 91 851 млн руб., или 4,7%.

* * *

В рамках исследования с целью обеспечения эффективности российской инвестиционно-промышленной политики разработана гибридная, или мультимодель, базирующаяся на применении трех экономико-математических методов: производственной функции, динамического программирования и межотраслевого баланса. На основе анализа ресурсоемкости 16 отраслей (обрабатывающих производств) национального промышленного комплекса за 2011–2016 гг. нами была выдвинута и в ходе эмпирического исследования подтверждена гипотеза о возможности построения общей производственной функции для каждой из двух групп отраслей, соответственно из 7 и 6 различных отраслей. Варьируя в нашем случае значение такого фактора, как капитал (или полная учетная стоимость основных фондов), можно корректно определять возможный прирост валового выпуска ряда отраслей российского промышленного комплекса. Применение метода динамического программирования в сочетании с методом межотраслевого баланса позволяет сформировать оптимальный план прироста валового выпуска и валовой добавленной стоимости различных отраслей российского промышленного комплекса при условии выделения государством дополнительных инвестиционных ресурсов.

Таким образом, экономико-математическая мультимодель позволяет государству принимать эффективные решения, связанные с распределением ограниченных инвестиционных ресурсов между различными отраслями национального промышленного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Афанасьев А.А., Пономарева О.С.** (2014). Производственная функция народного хозяйства России в 1990–2012 гг. // *Экономика и математические методы*. № 4. С. 21–33. [Afanasyev A.A., Ponomareva O.S. (2014). The aggregate production function of Russian economy in 1990–2012. *Economics and Mathematical Methods*, 4, 21–33 (in Russian).]
- Беллман Р., Дрейфус С.** (1965). Прикладные задачи динамического программирования. М.: Наука. [Bellman R., Dreyfus S. (1965). *Applied dynamic programming*. Originally published in 1962. Moscow: Nauka (in Russian).]
- Березинская О.** (2016). Инвестиционная пауза в экономике России: структурные характеристики и перспективы ее преодоления // *Экономическая политика*. № 3. С. 30–45. [Berezinskaya O. (2016). Investment break in the Russian economy: Structural characteristics and turnaround perspectives. *Economic Polic*, 3, 30–45 (in Russian).]
- Гарипов Ф.Н., Гизатуллин Х.Н., Гарипова З.Ф.** (2016). Основные направления преодоления вызовов XXI века в агросфере // *Экономика региона*. № 1. С. 105–116. [Garipov F.N., Gizatullin Kh.N., Garipova Z.F. (2016). The main directions to overcome the challenges of the 21st century in agriculture. *Economy of Region*, 1, 105–116 (in Russian).]
- Гильмундинов В.М.** (2017). Оценка производственной функции с переменным использованием основных фондов в экономике России // *Проблемы прогнозирования*. № 4. С. 34–43. [Gil'mundinov V.M. (2017). Estimation of the production function with the variable utilization of capital assets in the Russian economy. *Studies on Russian Economic Development*, 4, 34–43 (in Russian).]
- Глазьев С.Ю.** (2015). О внешних и внутренних угрозах экономической безопасности России в условиях американской агрессии // *Менеджмент и бизнес-администрирование*. № 1. С. 4–20. [Glazyev S.Yu. (2015). On the external and internal threats to economic security of Russia in conditions of the American aggression. *Management and Business Administration*, 1, 4–20 (in Russian).]
- Горбатов С.А., Полупанов Д.В., Фархиева С.А., Коротнева М.В.** (2012). Эконометрика. Уфа: РИЦ БашГУ. [Gorbatkov S.A., Polupanov D.V., Farkhieva S.A., Korotneva M.V. (2012). *Econometrics*. Ufa: RITS BashGU (in Russian).]
- Гринберг Р.С., Ахунов Р.Р., Володин А.И., Губарев Р.В., Дзюба Е.И.** (2018). Новая (смешанная) система оплаты труда российских госслужащих “по результатам” // *Экономические и социальные перемены: факты,*

тенденции, прогноз. № 6. С. 163–183. [Grinberg R.S., Akhunov R.R., Volodin A.I., Gubarev R.V., Dzyuba E.I. (2018). Performance-based pay — a new (mixed) payment scheme for Russian civil servants. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 6, 163–183 (in Russian).]

Евстратов А.А., Калинин А.М., Парсегов С.Г. (2016). Применение межотраслевого баланса для прогнозирования эффектов государственной политики поддержки спроса // *Проблемы прогнозирования*. № 1. С. 8–17. [Evstratov A.A., Kalinin A.M., Parsegov S.G. (2016). The use of input–output tables to forecast the effects of demand stimulation state policy. *Studies on Russian Economic Development*, 1, 8–17 (in Russian).]

Ивантер В.В., Порфирьев Б.Н., Широков А.А., Шокин И.Н. (2017). Основы структурно-инвестиционной политики в современных российских условиях // *Вестник Финансового университета*. № 1. С. 6–15. [Ivanter I.I., Porfir'ev B.N., Shirov A.A., Shokin I.N. (2017). Basis of structural-investment policy in modern conditions of Russian economy. *The Bulletin of the Financial University*, 1, 6–15 (in Russian).]

Клейнер Г.Б. (2017). Системная модернизация отечественных предприятий: теоретическое обоснование, мотивы, принципы // *Экономика региона*. № 1. С. 13–24. [Kleyner G.B. (2017). System modernization of domestic enterprises: Theoretical background, motives, principles. *Economy of Region*, 1, 13–24 (in Russian).]

Колодная Е.М. (2014). Математическое программирование. Минск: УО ВГКС. [Kolodnaya E.M. (2014). *Mathematical Programming*. Minsk: UO VGKS (in Russian).]

Макаров В.Л., Айвазян С.А., Афанасьев М.Ю., Бахтизин А.Р., Нанавян А.М. (2014). Оценка эффективности регионов РФ с учетом интеллектуального капитала, характеристик готовности к инновациям, уровня благосостояния и качества жизни населения // *Экономика региона*. № 4. С. 9–30. [Makarov V.L., Aivazyan S.H., Afanasiev M. Yu., Bakhtizin A.R., Nanavyan A.M. (2014). The Estimation of the regions' efficiency of the Russian Federation including the intellectual capital, the characteristics of readiness for innovation, level of well-being, and quality of life. *Economy of Region*, 4, 9–30 (in Russian).]

Мантуров Д.В., Никитин Г.С., Осмаков В.С. (2017). Государственное регулирование российской промышленности в 2010-х гг. // *Вопросы государственного и муниципального управления*. № 1. С. 50–70. [Manturov D.V., Nikitin G.S., Os'makov V.S. (2017). Government regulation of Russian industry in the 2010s. *Public Administration Issues*, 1, 50–70 (in Russian).]

Окрепилов В.В., Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Кузьмина С.Н. (2015). Применение суперкомпьютерных технологий для моделирования социально-экономических систем // *Экономика региона*. № 2. С. 301–313. [Okrepilov V.V., Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Kuz'mina S.N. (2015). Application of supercomputer technologies for simulation of socio-economic systems. *Economy of Region*, 2, 301–313 (in Russian).]

Савицкая Г.В. (2003). Экономический анализ. М.: Новое знание. [Savitskaya G.V. (2003). *Economic analysis*. Moscow: Novoe znanie (in Russian).]

Светульников С.Г. (2016). О возможности экономического прогнозирования с помощью степенной производственной функции комплексного переменного // *Экономика региона*. № 3. С. 966–976. [Svetunkov S.G. (2016). The possibility using the power production function of complex variable for economic forecasting. *Economy of Region*, 3, 966–976 (in Russian).]

Суворов Н.В. (2015). Актуальные направления и проблемы совершенствования модельного инструментария макроэкономического анализа // *Проблемы прогнозирования*. № 5. С. 25–39. [Suvorov N.V. (2015). Current trends and problems of improving model tools of macroeconomic analysis. *Studies on Russian Economic Development*, 5, 25–39 (in Russian).]

Фальцман В.К. (2016). Проблемы структурной, инвестиционной и инновационной политики в период кризиса // *Проблемы прогнозирования*. № 4. С. 14–23. [Fal'tsman V.K. (2016). Problems of structural, investment, and innovation policy in the crisis period. *Studies on Russian Economic Development*, 4, 14–23 (in Russian).]

Cobb Ch., Douglas P. (1928). A theory of production. *American Economic Review*, 18, 139–165.

Improving the effectiveness of Russia's investment and industrial policy

© 2020 A.I. Volodin, R.V. Gubarev, E.I. Dzyuba, Yu.V. Tyulenev, F.S. Fayzullin, A.V. Yangirov

A.I. Volodin,

*Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Natural Sciences, Regina University, Canada;
e-mail: andrei.volodin@uregina.ca*

R.V. Gubarev,

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia; e-mail: gubarev.roma@yandex.ru

E.I. Dzyuba,

All-Russia People's Front in the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia; e-mail: intellectRus@yandex.ru

Yu.V. Tyulenev,

Department of Industry, Entrepreneurship, Environmental Management, Tourism and Information Technologies of the Republic of Bashkortostan Government, Ufa, Russia; e-mail: tulenev.uv@bashkortostan.ru

F.S. Fayzullin,

Institute of Social and Economic Research of the Russian Academy of Sciences, Ufa Federal Research Center RAS, Ufa, Russia; e-mail: philosugatu@mail.ru

A.V. Yangirov,

Institute of Strategic Studies of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia; e-mail: yangirovav@isirb.ru

Received 24.04.2018

Abstract. In the context of sanction pressure on Russian enterprises and taking into account the key role of industry in providing national economic security, the question of improving the efficiency of the country's investment-industrial policy has become topical. The aim of the article is to elaborate an economic-mathematical model that will make it possible to make quick and effective managerial decisions in Russia's investment-industrial sphere. The article considers a multi-model based on three methods: dynamic programming, Cobb–Douglas production function, and interindustry balance. The hypothesis made during the empirical study of the possibility of constructing one production function for several Russian industries, was confirmed. That is why, in our case, based on the general Cobb–Douglas production function, production capacity (gross production output) of several sectors of the national industrial complex are evaluated objectively. The first and second models are based on data from, respectively, seven and six industries of Russia for 2011–2016. Dynamic programming makes it possible to form an optimal plan (securing a maximum possible additional gross production output) of distributing the limited public investment resources among the sectors of the national industrial complex. The maximum possible growth of Russian industries' gross value added is determined by means of the interindustry balance method. The study is the scientific basis for updating the provisions of the Russian investment and industrial policy.

Keywords: investment-industrial policy, dynamic programming, production function, labor, capital, resource productivity, clustering, interindustry balance, output, gross value added.

JEL Classification: C61, E22, G38, L52.

DOI: 10.31857/S042473880008479-5