

ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ВВП С УЧЕТОМ ЦИКЛИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

Тебекин А.В., д.т.н., д.э.н., профессор, почетный работник науки и техники Российской Федерации, профессор кафедры «Менеджмент» Московского государственного института международных отношений (Университета) МИД России, e-mail: Tebekin@gmail.com
Серяков Г.Н., к.э.н., доцент кафедры «Строительное производство» Полоцкого государственного университета

На основе моделирования процессов динамики развития национальной экономики Республики Беларусь по валовому внутреннему продукту установлено влияние на процесс развития национальной экономики больших циклов экономической активности Н.Д. Кондратьева, средних циклов экономической активности С. Кузнеця, малых циклов экономической активности К. Жугляра, коротких циклов экономической активности Дж. Китчина. Проведена сравнительная оценка точности модельного описания процессов динамики развития национальной экономики Республики Беларусь при использовании логарифмических, степенных, линейных, экспоненциальных и полиномиальных моделей 2-й – 6-й степени. Выполнены прогнозные оценки динамики ВВП.

Ключевые слова: прогнозные оценки, динамика ВВП, циклические изменения, экономическая активность, Республика Беларусь.

FORECAST ESTIMATES OF THE DYNAMICS OF GDP, TAKING INTO ACCOUNT CYCLICAL CHANGES IN ECONOMIC ACTIVITY (ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF BELARUS)

Tebekin A., Doctor of Engineering, Doctor of Economics, professor, honorary worker of science and technology of the Russian Federation, professor of the Management chair of the Moscow State Institute of International Relations (University) MFA of Russia, e-mail: Tebekin@gmail.com
Seryakov G., Ph.D., associate professor of the Construction production of the Polotsk state university

On the basis of modeling the dynamics of the development of the national economy of the Republic of Belarus in terms of gross domestic product, the influence on the development process of the national economy of large cycles of economic activity of N.D. Kondratieff, medium cycles of economic activity of S. Kuznets, small cycles of economic activity of K. Zhuglar, short cycles of economic activity of J. Kitchin. A comparative assessment of the accuracy of the model description of the dynamics of the development of the national economy of the Republic of Belarus with the use of logarithmic, power, linear, exponential and polynomial models of the 2nd - 6th degree is carried out. Predicted estimates of the dynamics of GDP.

Keywords: forecast estimates, GDP dynamics, cyclical changes, economic activity, the Republic of Belarus.

При определении стратегических перспектив развития национальной экономики определяющее значение имеют прогнозные оценки, демонстрирующие ожидаемые результаты.

В интегральном выражении принципиальное значение при прогнозных оценках играет их точность, позволяющая судить о целесообразности и эффективности тех или иных стратегических решений.

С точки зрения детального анализа большое значение при прогнозных оценках играет исследование влияния на ожидаемый результат тех или иных воздействующих факторов. Такие оценки позволяют выполнить аналитические прогнозные модели.

Описание прогнозных моделей оценки динамики экономического развития получило отражение в работах Акаева А., Хирооки М.[1],

Андрианова Д.Л. [2], Бабич Т.Н., Козьевой И.А. [3], Деркаченко В.Н., Зубкова А.Ф., Ковалеровой Н.В., Бармина М.А. [4], Исмиханова З.Н., Магомедбекова Г.У. [5], Давниса В.В. [6], Доугерти К. [7], Мардаса А.Н. [8], Терентьева Н.Е. [9], Туринцевой Е. [10] и др.

Целью данного исследования является анализ возможностей прогнозирования экономической динамики развития национальной экономики Республики Беларусь на основе данных оценки валового внутреннего продукта (ВВП) с учетом циклов экономической активности различной длительности и амплитуды (табл.1) [11].

Исходя из природы и продолжительности представленных в табл.1 циклов экономической активности, при анализе динамики развития национальной экономики Республики Беларусь учитывалось

Таблица 1. Основные типы циклов экономической активности, определяющие характер развития социально-экономических систем макро-, мезо- и микроэкономического уровня

№	Авторэкономического цикла	Названия экономического цикла	Длительность экономического цикла	Основные признаки экономического цикла
1	Циклы Г. Мура	Циклы смены продукции высоких технологий	1-1,5 года	Качественное изменение высокотехнологического производства
2	Циклы Дж. Китчина	Бизнес-циклы - короткие циклы экономической активности	4 – 6 лет	Величина товарно-материальных запасов, колебания валового национального продукта (ВНП), инфляции, занятости, коммерческие циклы
3	Циклы К. Жугляра	Деловые (промышленные, банковские) циклы - малые циклы экономической активности	7 – 12 лет	Инвестиционный цикл, колебания ВНП, инфляции и занятости
4	Циклы С. Кузнеця	Инвестиционные (строительные) циклы-средние циклы экономической активности	16 – 25 лет	Доход – иммиграция – жилищное строительство – совокупный спрос – доход
5	Циклы Н.Д. Кондратьева	Технологические циклы-длинные циклы экономической активности	40 – 60 лет	Технический прогресс, структурные изменения
6	Циклы М. Эванса	Формационные циклы	110 лет	Экономическая формация общества
7	Циклы Дж. Модельского	Политические циклы	90–120 лет	Политическая формация общества
8	Вековые волны Ф. Броделя	Материальная цивилизация	100–150 лет	Тренды структур материальной цивилизации
9	Ресурсные циклы Дж. Форрестера	Цивилизационные циклы	200 лет	Энергия и материалы
10	Циклы Э. Тоффлера	Циклы-эпохи	1000 – 2000 лет	Развитие цивилизаций

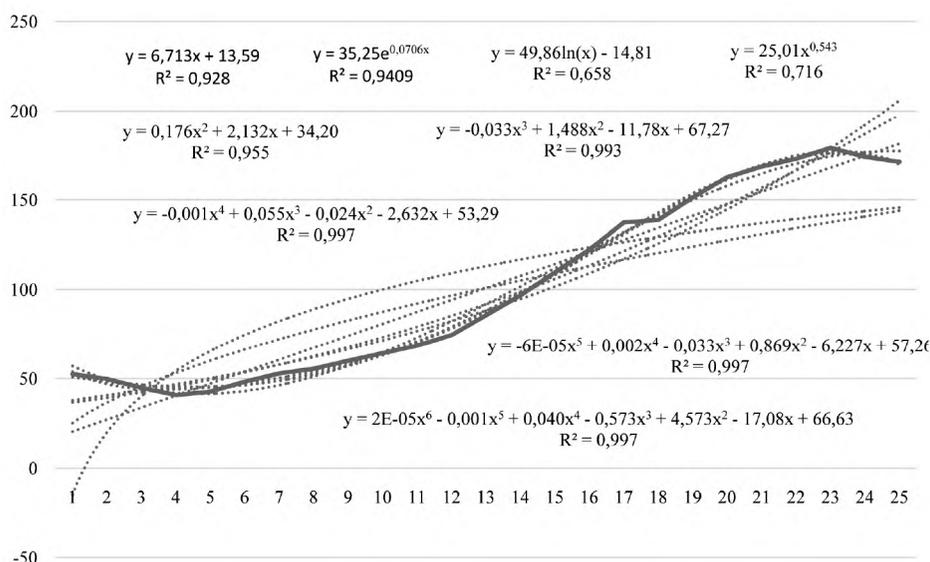


Рис.1. Результаты моделирования динамики ВВП Республики Беларусь по ППС на основе данных за 25 лет с 1992 по 2016 год в \$ млрд с помощью логарифмической, степенной, линейной, экспоненциальной и полиномиальных моделей.

Таблица 2. Результаты оценки точности логарифмической, степенной, линейной, экспоненциальной и полиномиальных моделей динамики ВВП Республики Беларусь по ППС, построенных на основе данных за 25 лет с 1992 по 2016 год

Тип модели	Вид модели	Оценка точности модели по коэффициенту детерминации, R^2 (%)	Приращение точности модели к предыдущей по коэффициенту детерминации, ΔR^2 (%)	Расчетное значение ВВП на 2017 год, ВВП _р	Отклонение расчетного значения ВВП от фактического $\Delta ВВП = ВВП_{ф} - ВВП_{р}$ (%)
Логарифмическая	$y = 49,862\ln(t) - 14,819$	65,82	0,0	162,45	+9,43
Степенная	$y = 25,019t^{0,5434}$	71,60	+5,78	146,94	+18,08
Линейная	$y = 6,7135t + 13,593$	92,86	+21,26	188,14	-4,89
Экспоненциальная	$y = 35,25e^{0,0706t}$	94,09	+1,23	220,97	-23,39
Полиномиальная 2-й степени	$y = 0,1762t^2 + 2,1321t + 34,209$	95,51	+1,42	208,75	-16,38
Полиномиальная 3-й степени	$y = -0,0336t^3 + 1,4882t^2 - 11,782t + 67,272$	99,33	+3,82	177,81	+0,86
Полиномиальная 4-й степени	$y = -0,0017t^4 + 0,0556t^3 - 0,0241t^2 - 2,6326t + 53,293$	99,72	+3,9	234,74	-30,86
Полиномиальная 5-й степени	$y = -6E-05t^5 + 0,0021t^4 - 0,0332t^3 + 0,8697t^2 - 6,2277t + 57,264$	99,73	+0,01	146,50	+18,33
Полиномиальная 6-й степени	$y = 2E-05x^6 - 0,0013x^5 + 0,0401x^4 - 0,5732x^3 + 4,5733x^2 - 17,089x + 66,639$	99,78	+0,05	1696,57	+845,85

влияние на процесс развития национальной экономики больших циклов экономической активности Н.Д. Кондратьева, средних циклов экономической активности С. Кузнецова, малых циклов экономической активности К. Жульера и коротких циклов экономической активности Дж. Китчина.

В качестве основы для достижения поставленной цели в данном исследовании рассматривались результаты построения моделей прогнозных оценок на основе значений ВВП по паритету покупательной способности (ППС) Республики Беларусь за период с 1992 по 2016 год (за 25 лет).

Результаты построения на основе указанных данных логарифмической, степенной, линейной, экспоненциальной и полиномиальных моделей второй, третьей, четвертой, пятой и шестой степени динамики ВВП Республики Беларусь по ППС представлены на рис.1 [12].

Результаты оценки точности, представленных на рис.1 моделей динамики ВВП Республики Беларусь по ППС на основе данных за 25 лет с 1992 по 2016 год при прогнозе на 2017 год (фактическое значение ВВП по ППС Республики Беларусь принято 179,37 \$ млрд) [13] приведены в табл.2.

Как следует из представленных в табл.1 результатов оценки точности модельного описания динамики ВВП Республики Беларусь по ППС наибольшую точность оценки демонстрирует полиномиальная модель 3-й степени (отклонение фактического значения ВВП от расчетного составляет менее 1% (0,86%).

Полученный результат позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, монотонные зависимости с ярко выраженной динамикой замедления или ускорения результатов роста ВВП (ло-

гарифмическая степенная, экспоненциальная модели) закономерно демонстрируют низкую точность прогнозной оценки (погрешность от 9,43% до 23,39%) уже на первом же временном интервале за пределами диапазона эмпирических данных.

Во-вторых, среднюю точность прогнозной оценки динамикой ВВП (ошибка менее 5% - 4,89%) демонстрирует линейная модель, что в определенной степени объясняется государственным регулированием экономики, которое достаточно ярко проявляется при оценке ВВП по ППС. Кроме того, если исходить из циклических закономерностей изменения экономической активности в рамках 50-ти летних технологических циклов Н.Д. Кондратьева, то необходимо отметить, что анализ был проведен только за 25-ти летний период (с 1992 по 2016 год), соответствующий этапу полной экономической самостоятельности Республики Беларусь на момент построения модели (2017 год). Рассматривать советский период хозяйствования БССР в составе СССР, с точки зрения использования эмпирических данных ВВП, в силу кардинальных отличий системы управления экономикой при построении прогнозных моделей (рис.1) было признано нецелесообразным.

В-третьих, результаты оценки точности модельного описания динамики ВВП Республики Беларусь по ППС по полиномиальной модели 2-ой степени показали, что эта модель также обладает низкой точностью прогнозной оценки (ошибка 16,38%), что объясняется агрегированным описанием нелинейного влияния совокупности циклов (волн) экономической активности (отличающихся амплитудами, длительностями периода, и, соответственно, фазовыми

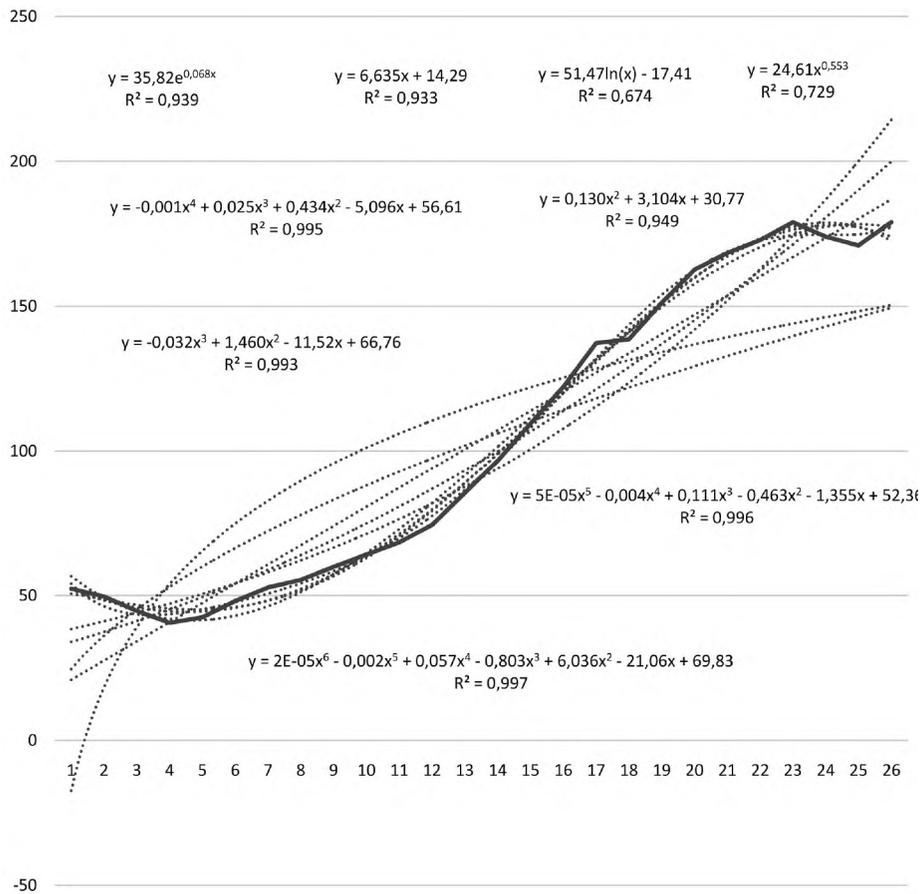


Рис.2. Результаты моделирования динамики ВВП Республики Беларусь по ППС на основе данных за 26 лет с 1992 по 2017 год в \$ млрд с помощью логарифмической, степенной, линейной, экспоненциальной и полиномиальных моделей.

состояниями в каждый момент времени) на динамику ВВП всего одним показателем.

В-четвертых, результаты оценки точности модельного описания динамики ВВП Республики Беларусь по ППС по полиномиальным моделям 4-ой и 5-ой степени показали, что эти модели также обладают низкой точностью прогнозной оценки (ошибка от 18,33% до 30,86%). Низкая точность указанных моделей объясняется, в первую очередь, быстрым накоплением модельной составляющей ошибки прогноза по мере усложнения моделей и увеличения числа используемых в них параметров.

В-пятых, процесс стремительного накопления модельной составляющей ошибки прогноза по мере усложнения прогнозных моделей и увеличения числа используемых в них параметров, наглядно демонстрирует модель динамики ВВП Республики Беларусь по ППС по полиномиальной модели 6-ой степени, по которой ошибка прогноза составила 845,85% (см. табл.2).

В-шестых, результаты оценки точности модельного описания динамики ВВП Республики Беларусь по ППС по полиномиальной модели 3-ей степени показали, что эта модель обладает наибольшей точностью прогнозной оценки (ошибка менее 1% - 0,86%).

Анализируя результаты описания динамики ВВП Республики Беларусь по ППС с помощью полиномиальной модели 3-ей степени, необходимо отметить, что она охватывает влияние:

- больших (технологических) циклов экономической активности Н.Д. Кондратьева, демонстрирующих в настоящее время влияние понижающей волны на национальную экономику;
- средних (строительных) циклов экономической активности С. Кузнецца, демонстрирующих в настоящее время влияние повышательной волны на национальную экономику.

Меньшая степень влияния на динамику ВВП малых (деловых) циклов экономической активности К. Жугляра, коротких (бизнес) циклов экономической активности Дж. Китчина определяется:

- с одной стороны, объективно меньшей амплитудой изменения уровня экономической активности в рамках этих циклов на фоне циклов Н.Д. Кондратьева и С. Кузнецца. Если амплитуду изменения уровня экономической активности в рамках цикла Дж. Китчина условно принять за единицу, то амплитуда изменения уровня экономической активности в рамках цикла К. Жугляра будет больше в

1,97 раза, в рамках цикла С. Кузнецца – в 9,51 раза, в рамках цикла Н.Д. Кондратьева – в 22,32 раза;

- с другой стороны, в условиях высокой стабильности технологий управления системой национальной экономики Республики Беларусь в рассматриваемый период влияние циклов экономической активности К. Жугляра и Дж. Китчина, протекающих внутри страны, оказывают объективно меньшее влияние на динамику ВВП, чем циклы С. Кузнецца и Н.Д. Кондратьева, реализуемые на региональном и мировом уровне соответственно.

Поскольку в качестве одной из причин недостаточной точности представленных в табл.2 моделей объективно является ограниченное число используемых эмпирических данных, на следующем этапе исследований были построены модели прогнозных оценок динамики ВВП, в которых были задействованы данные фактических оценок ВВП Республики Беларусь по ППС за 26 лет – в период с 1992 по 2017 год.

Результаты построения на основе указанных данных логарифмической, степенной, линейной, экспоненциальной и полиномиальных моделей второй, третьей, четвертой, пятой и шестой степени динамики ВВП Республики Беларусь по ППС представлены на рис.2.

Сравнительная оценка точности моделирования динамики ВВП Республики Беларусь по ППС с помощью логарифмической, степенной, линейной, экспоненциальной и полиномиальных моделей на основе данных за 25 и 26 лет соответственно приведена в табл.3.

Как следует из результатов сравнительной оценки точности моделирования динамики ВВП Республики Беларусь по ППС с помощью логарифмической, степенной, линейной, экспоненциальной и полиномиальных моделей на основе данных за 25 и 26 лет соответственно, приведенных в табл.3, далеко не все модели характеризуются увеличением точности оценки по коэффициенту детерминации R^2 при увеличении объема выборки.

В частности, при увеличении объема выборки данных с 25 до 26 единиц снизилась точность модельного описания динамики ВВП Республики Беларусь по ППС по экспоненциальной модели и полиномиальным моделям 2-ой, 4-ой, 5-ой и шестой степени.

С учетом того, что логарифмическая и степенная модель изначально обладают низкой точностью оценки (см. табл.3), для прогнозной оценки допустимо использовать линейную модель

Таблица 3. Сравнительная оценка точности моделирования динамики ВВП Республики Беларусь по ППС с помощью логарифмической, степенной, линейной, экспоненциальной и полиномиальных моделей на основе данных за 25 и 26 лет соответственно

Тип модели	Вид модели, построенной на основе данных за 26 лет	Оценка точности модели, построенной на основе данных за 25 лет, по коэффициенту детерминации, R^2_{25} (%)	Оценка точности модели, построенной на основе данных за 26 лет, по коэффициенту детерминации, R^2_{26} (%)	Приращение точности модели к предыдущей по коэффициенту детерминации, $\Delta R^2 = R^2_{26} - R^2_{25}$ (%)
Логарифмическая	$y = 51,474 \ln(t) - 17,411$	65,82	67,42	+1,6
Степенная	$y = 24,615t^{0,5555}$	71,60	72,97	+1,37
Линейная	$y = 6,6353t + 14,296$	92,86	93,36	+0,5
Экспоненциальная	$y = 35,827e^{0,0688t}$	94,09	93,96	-0,13
Полиномиальная 2-й степени	$y = 0,1308t^2 + 3,1041t + 30,776$	95,51	94,99	-0,52
Полиномиальная 3-й степени	$y = -0,0328t^3 + 1,4604t^2 - 11,528t + 66,764$	99,33	99,38	+0,05
Полиномиальная 4-й степени	$y = -0,0011t^4 + 0,0255t^3 + 0,4349t^2 - 5,0969t + 56,617$	99,72	99,58	-0,14
Полиномиальная 5-й степени	$y = 5E-05t^5 - 0,0046t^4 + 0,1116t^3 - 0,4636t^2 - 1,3551t + 52,36$	99,73	99,60	-0,13
Полиномиальная 6-й степени	$y = 2E-05x^6 - 0,002x^5 + 0,0574x^4 - 0,803x^3 + 6,0369x^2 - 21,063x + 69,837$	99,78	99,77	-0,01

(ошибка модели по коэффициенту детерминации $R^2 - 6,64\%$) и полиномиальную модель 3-ей степени (ошибка модели по коэффициенту детерминации $R^2 - 0,62\%$).

С использованием линейной модели полиномиальной модели 3-ей степени (см. табл.3) был выполнен прогноз ВВП Республики Беларусь по ППС в \$ млрд на 2019 год, который показал, что:

- при оптимистическом сценарии объем ВВП составит 200,08 \$ млрд (линейная модель);

- при реалистическом сценарии объем ВВП составит 168,91 \$ млрд (полиномиальная модель 3-ей степени).

Таким образом, проведенные исследования по прогнозированию динамики ВВП с учетом циклических изменений экономической активности (на примере Республики Беларусь) позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, прогнозные оценки ВВП во многом определяются точностью исходных оценок по результатам ретроспективного анализа.

Во-вторых, точностные оценки прогнозов ВВП во многом определяются соотношением длительности циклов экономической активности и эмпирических данных, используемых при определении прогнозных оценок ВВП.

Во-третьих, выполненные прогнозные оценки ВВП Республики Беларусь по ППС в \$ млрд демонстрируют объективные противоречия между точностью модельных оценок при осуществлении интерполяционных прогнозных оценок, возрастающих по мере сложности полиномиальных моделей оценки, и погрешностей прогнозных оценок, возрастающих по мере увеличения сложности моделей оценки.

В-четвертых, с точки зрения интерполяционных прогнозных оценок ВВП достоянные по точности результаты обеспечиваются полиномиальной моделью 4-ой степени, предусматривающей учет влияния на процесс развития национальной экономики больших циклов экономической активности Н.Д. Кондратьева, средних циклов экономической активности С. Кузнецца, малых циклов экономической активности К. Жугляра, коротких циклов экономической активности Дж. Китчина.

В-пятых, с учетом противоречий между интерполяционными прогнозными оценками ВВП и экстраполяционными прогнозными оценками ВВП, обусловленными нарастанием ошибок прогноза по мере удаления точки прогноза от середины интервала экстраполяции, наилучшие точностные оценки при краткосрочном прогнозе демонстрирует полиномиальная модель 3-ей степени, охватывающая влияние больших (технологических) циклов экономической активности Н.Д. Кондратьева, демонстрирующих в настоящее время влияние понижательной волны на национальную экономику; средних (строительных) циклов экономической активности С. Кузнецца, демонстрирующих в настоящее время влияние повышательной волны на национальную экономику; при незначительной степени влияния на динамику ВВП малых (деловых) циклов экономической активности К. Жугляра, коротких (бизнес) циклов экономической активности Дж. Китчина, определяемых объективно меньшей амплитудой изменения уровней экономической активности в рамках

этих циклов на фоне циклов Н.Д. Кондратьева и С. Кузнецца, с одной стороны, и высокой стабильностью технологий управления системой национальной экономики Республики Беларусь в рассматриваемый период, с другой стороны, определяющих соотношение влияния циклов экономической активности К. Жугляра и Дж. Китчина, протекающих внутри страны, оказывают объективно меньшее влияние на динамику ВВП, и циклов С. Кузнецца и Н.Д. Кондратьева, реализуемых на региональном и мировом уровне соответственно.

В-шестых, с учетом точностных характеристик моделей прогнозной оценки ВВП Республики Беларусь по ППС в \$ млрд на 2019 год, установлено, что:

- при оптимистическом сценарии объем ВВП составит 200,08 \$ млрд (линейная модель прогнозирования);

- при реалистическом сценарии объем ВВП составит 168,91 \$ млрд (полиномиальная модель 3-ей степени).

Литература:

1. Акаев А., Хирооки М. Об одной математической модели для долгосрочного прогнозирования динамики инновационно-экономического развития. // Доклады Академии наук, 2009, том 425, № 6, с. 727-732.
2. Андрианов Д.Л. и др. Имитационное моделирование и сценарный подход в системах поддержки принятия решений. // Проблемы теории и практики управления, №12, 2002.
3. Бабич Т.Н., Козьева И.А. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. – Москва, 2013.
4. Деркаченко В.Н., Зубков А.Ф., Ковалерова Н.В., Бармин М.А. Математические модели прогнозирования динамики развития рынка жилой недвижимости. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. - Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета. 2012. - №4(152). - С. 71 - 75.
5. Исмиханов З.Н., Магомедбеков Г.У. Модели для прогнозирования основных социально-экономических показателей развития региона. // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10-2. – С. 392-397.
6. Давнис В.В. Адаптивное прогнозирование: модели и методы: – Воронеж: Воронежский госуниверситет, 1997.
7. Доугерти К. Введение в эконометрику. 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2004.
8. Мардас А.Н. Эконометрика. – СПб.: Питер, 2001.
9. Терентьев Н.Е. Модели прогнозирования развития компаний с учетом рисков. - М.: Институт экономики РАН, 2009. – 50 с.
10. Туринцева Е. Прогнозирование в России: обзор основных моделей. // Экономическая политика. №1, 2011, с.193-202.
11. Тебекин А.В. Стратегический менеджмент. Учебник / Москва, 2017. Сер. 68 Профессиональное образование (2-е изд., пер. и доп.).
12. Серяков, Г.Н. Содержание, структура и тенденции развития пятого и шестого технологических укладов как объектов исследования. // Вестн. Полоцк. гос. ун-та. Сер. Д, Эконом. и юрид. науки. – 2018. – № 5. – С. 46-51.
13. Беларусь - Валовой внутренний продукт, по паритету покупательной способности