

**С.Ю.Малков, Н.И.Старков, О.И.Давыдова**

**СОЦИАЛЬНО-  
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
ПРОЕКЦИИ  
ОБОРОННЫХ  
РАСХОДОВ**

**Развитие vs безопасность**

**URSS  
МОСКВА**

**Малков Сергей Юрьевич  
Старков Николай Иванович  
Давыдова Ольга Игоревна**

**Социально-экономические проекции оборонных расходов:  
Развитие vs безопасность.** – М.: ЛЕНАНД. 2023. – 146 с.

Проблема соблюдения баланса между потребностями в обеспечении военной безопасности и экономическими возможностями страны возникала неоднократно в разные годы во многих странах мира. Особенно актуальна эта проблема в настоящее время. Для ее решения необходимо использование комплексного подхода с использованием математического моделирования (по принципу «семь раз отмерь и один раз отрежь»). Проблема осложняется тем, что математические методы, ориентированные на решение подобных вопросов, развиты недостаточно. Цель данной книги – продемонстрировать возможности динамического математического моделирования для решения указанных проблем и предложить соответствующий математический аппарат, который мог бы быть использован в системах поддержки принятия решений в области стратегического планирования и управления на государственном уровне.

Книга предназначена для управленцев, аналитиков, научных сотрудников, а также студентов, аспирантов, преподавателей и всех интересующихся данными вопросами.

*Работа выполнена в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета “Математические методы анализа сложных систем” при поддержке РФФ (проект №20-61-46004).*

**ISBN 978-5-9710-94-9**

*Светлой памяти  
Д.С. Чернавского  
посвящается*

## Оглавление

### Введение

#### **Глава 1. Количественные методы социально-экономического анализа**

1. «Эконометрические» методы
2. «Теоретические» методы (использование математического моделирования)
3. Экономические модели

#### **Глава 2. Количественная оценка социально-экономической эффективности расходов на ФППИ**

1. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение внутреннего валового продукта страны
2. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение индекса инфляции
3. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение уровня монетизации экономики
4. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение доходов населения
5. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение уровня человеческого капитала
6. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на динамику кадрового потенциала в сфере НИОКР
7. Сводный анализ результатов оценки влияния расходов на ФППИ на макроэкономические и социальные показатели страны

#### **Глава 3. Военная безопасность vs экономическое развитие: каковы рациональные объемы финансирования государственного оборонного заказа?**

1. Проблема согласования потребности в обеспечении военной безопасности и необходимости экономического роста
2. Используемая математическая модель
3. Результаты сценарных расчетов
4. О финансовой политике в современной России

### Список литературы

## Введение

Данная книга написана осенью 2022 года. С февраля этого года идет специальная военная операция на Украине. 24 ноября Государственная Дума приняла федеральный бюджет на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов. При обсуждении бюджета состоялись острые дебаты по вопросу о том, какими должны быть расходы по статье «Национальная оборона». Понятно, что ведение военных действий требует дополнительных расходов бюджета, но при этом возникают важные вопросы: как соблюсти баланс между потребностями в обеспечении военной безопасности и экономическими возможностями страны, как влияет реализация военных программ на динамику социально-экономических показателей страны.

Вопрос этот не нов, он возникал неоднократно в разные годы во многих странах мира. Но до сих пор универсального ответа на этот вопрос не выработано. Это тот самый случай, когда необходимо детальное рассмотрение конкретных обстоятельств и использование комплексного подхода с использованием математического моделирования (по принципу «семь раз отмерь и один раз отрежь»). Проблема осложняется тем, что математические методы, «заточенные» на решение подобных вопросов, развиты недостаточно. Цель данной книги – продемонстрировать возможности динамического математического моделирования для решения указанных проблем и предложить соответствующий математический аппарат, который мог бы быть использован в системах поддержки принятия решений в области стратегического планирования и управления на государственном уровне.

Возможности предлагаемого подхода продемонстрированы в данной книге на примере:

- анализа влияния реализации программ развития фундаментальных, прогнозных и поисковых исследований (ФППИ) военного назначения на социально-экономические показатели страны;
- обоснования подхода к определению оптимальных объемов государственного оборонного заказа (ГОЗ) исходя из баланса потребностей обеспечения военной безопасности и динамичного экономического развития страны.

Интерес к первой теме обусловлен следующим. Определение приоритетных направлений фундаментальных, прогнозных и поисковых исследований играет большую роль в процессе реализации военно-технической политики (ВТП) государства в интересах создания научно-технического и технологического задела для разработки перспективного, в том числе нетрадиционного, вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ). Однако кроме сугубо военно-прикладных аспектов ФППИ, связанных с решением проблем обеспечения военной безопасности, постоянно возникает вопрос о том, каковы социально-экономические последствия расходов на военную науку. Необходимо отметить, что в советское время этот вопрос по существу не ставился, поскольку задачи обеспечения обороноспособности имели наивысший приоритет и на решение этих задач тратили столько средств, сколько для этого было нужно. Однако в постсоветский период, а именно, в девяностые годы, ситуация кардинально изменилась: возобладало мнение, что оборонные расходы – это сугубо вынужденная мера («пушки вместо масла»), и чем они меньше, тем лучше для социально-экономического развития страны. Достаточно распространено такое мнение и теперь, хотя оно, как правило, не подкрепляется результатами количественных оценок. В 2019 году вышло Постановление правительства РФ №903, которое утвердило «Методику оценки эффективности реализации государственных программ Российской Федерации»; однако эта методика основана на оценке степени выполнения показателей, которые содержатся в самих программах, и не предусматривает независимую оценку влияния этих программ на долгосрочное социально-экономическое развитие страны.

Для серьезного непредвзятого анализа макроэкономических и долгосрочных

социальных эффектов реализации государственных программ (в частности, программ по реализации ФППИ военного назначения) необходима разработка соответствующего научно-методического аппарата, в том числе, комплекса математических моделей. При проведении исследований, направленных на решение данной задачи, необходимо использование отечественного и зарубежного опыта макроэкономического и социального моделирования. Цель исследований, результаты которых изложены в данной книге, состояла в разработке научно-методического аппарата, позволяющего проводить количественные оценки влияния расходов на ФППИ на социально-экономические показатели страны. Для этого был создан комплекс математических моделей для количественной оценки влияния расходов на ФППИ:

- на изменение внутреннего валового продукта страны,
- на изменение индекса инфляции,
- на изменение уровня монетизации экономики,
- на изменение реальных доходов населения,
- на изменение экономической структуры общества,
- на изменение уровня человеческого капитала,
- на динамику кадрового потенциала в сфере НИОКР.

Интерес ко второй теме обусловлен необходимостью определения баланса между решением проблем безопасности страны, с одной стороны, и задач ее экономического развития, с другой. Здесь также необходим подход на основе макроэкономического и социального моделирования, позволяющего вырабатывать оптимальные решения.

Основная цель книги – изложить суть предлагаемых подходов и продемонстрировать технологию их использования на практике. При этом мы осознанно для демонстрационных примеров рассматриваем ситуацию, как если бы мы находились в 2018 году и проводили свой анализ в то время. Это сделано по следующим причинам:

- дистанцирование от текущей ситуации позволяет более объективно проанализировать то, как работают методики, уделив основное внимание именно методическим аспектам;
- в настоящий период, когда идет специальная военная операция на Украине, конкретные цифры, связанные с расходами на ФППИ, ГОЗ и с другими показателями оборонного бюджета, носят непубличный (закрытый) характер, что исключает возможность их использования в расчетах, публикуемых в открытой печати.

При этом важно отметить, что использованный научный подход и разработанный методический аппарат имеет достаточно общий характер, вследствие чего он может быть использован не только для оценки социально-экономических последствий государственных расходов на оборонные нужды, но и расходов на другие общегосударственные цели: здравоохранение, спорт, образование и т.п.

Порядок изложения материалов следующий.

Первая глава работы посвящена анализу имеющихся методов количественной оценки влияния государственных расходов на макроэкономические и социальные показатели. Сформулирован используемый авторами методический подход.

Во второй главе изложены методы, математические модели, а также полученные с их помощью результаты расчетной оценки влияния расходов на ФППИ военного назначения на изменение конкретных социально-экономических показателей.

В третьей главе описана методология и математическая модель, предназначенная для оценки оптимальных объемов государственного оборонного заказа (ГОЗ) исходя из баланса потребностей обеспечения военной безопасности и динамичного экономического развития страны. Также обсуждены некоторые вопросы реализации финансовой политики в современной России в свете полученных результатов.

Авторы посвящают эту книгу светлой памяти Дмитрия Сергеевича Чернавского,

который был автором многих идей и математических моделей, о которых в книге идет речь. Мы выражаем глубокую благодарность Ковалеву В.И., Тужикову Е.З., Акаеву А.А., Маевскому В.И., Кирдиной С.Г., Рубинштейну А.А., Коротяеву А.В., Щербакову А.В., Андрееву А.И., Билюге С.Э., Сулеймановой А.И., безвременно ушедшим из жизни Дубовскому С.В., Коссе Ю.В., Кирилюку И.Л. за плодотворные обсуждения и ценные замечания.

Работа выполнена в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета “Математические методы анализа сложных систем” при поддержке РФФ (проект №20-61-46004).

## Глава 1.

### Количественные методы социально-экономического анализа

Существует большое количество публикаций (в том числе, монографий и учебников) посвященных социально-экономическому моделированию и обзору имеющихся моделей (см., например, [1-19] и др.). При этом общего подхода к классификации моделей не существует. Это, по-видимому, объясняется тем, что число самих моделей весьма велико, часть из них не универсальны, а применимы в узких областях, постоянно появляются новые, поэтому охватить всё многообразие математико-экономических моделей и методов единым взглядом - не простая задача.

В данном разделе проведен обзор наиболее важных математических методов, представляющих интерес для нашего исследования, с условным разделением их на «эконометрические» и «теоретические», подразумевая под этим следующее:

в «эконометрических» методах основное внимание уделяется обработке эмпирических данных (анализ результатов обработки служит основной для формулирования теоретических гипотез);

в «теоретических» методах формулируются и обосновываются теоретические гипотезы, формализуемые в виде математических моделей (эмпирические данные здесь используются для верификации гипотез и идентификации параметров моделей).

#### 1. «Эконометрические» методы

##### 1.1. Методы регрессии

Часто используемые в экономике формулы представляют собой достаточно простые функциональные зависимости и описываются алгебраическими уравнениями. Когда такие зависимости описывают реальные данные не вполне точно, приходится иметь дело с моделями регрессии, привлекая аппарат теории вероятности и математической статистики.

Термин "регрессия" в статистике впервые использован Ф.Гальтоном в 1886 г. в связи с исследованием вопросов наследования физических характеристик человека [20].

*Линейная регрессия* с помощью метода наименьших квадратов, широко используемая в статистике модель зависимости одной переменной от других – простейшая модель, позволяющая аналитически вычислять коэффициенты и погрешности зависимости. Важными показателями, характеризующими степень соответствия модели реальности, являются, например, коэффициент детерминации, или скорректированный коэффициент детерминации, применяющийся для сравнения моделей с различающимся числом параметров (например, в варианте, предложенном Тейлом, [21]).

*Метод наименьших квадратов* (МНК) впервые применил Гаусс в 1795 г. Также в его развитие внесли вклад Лежанр, Лаплас, Эдрейн и др.

Иногда отдельно выделяют корреляционный анализ, но в простейшем случае между коэффициентами регрессии и корреляции существует тесная связь. В модели парной линейной регрессии коэффициент детерминации равен квадрату коэффициента корреляции.

Впервые в научный оборот термин "корреляция" ввёл палеонтолог Жорж Кювье в XVIII веке. В статистике его первым стал использовать Ф.Гальтон.

Для того, чтобы оценки параметров модели были несмещёнными, состоятельными и наиболее эффективными оценками, должно выполняться ряд дополнительных условий (условия Гаусса-Маркова).

Невыполнение каких-либо условий Гаусса-Маркова, наличие нелинейных зависимостей, не нормальных распределений случайных ошибок, нестационарности делает актуальным использование иных, более сложных вариантов регрессии, некоторые из

которых мы здесь перечислим.

*Гребневая регрессия* (ридж-регрессия) используется при наличии в данных явления мультиколлинеарности, то есть, когда между независимыми переменными существует достаточно тесная корреляция [22]. Метод предложен в работе [23], однако ранее эта методология использовалась в [24].

*Обобщённый метод наименьших квадратов* используется для вычисления оценок неизвестных коэффициентов модели регрессии с гетероскедастичными (то есть, обладающими не постоянной дисперсией) или коррелированными случайными ошибками. Впервые метод описан в [25].

*Метод инструментальных переменных* основывается на использовании дополнительных, не участвующих в модели переменных, называемых инструментальными, и применяется, когда факторы регрессионной модели не удовлетворяют условию экзогенности, то есть являются зависимыми со случайными ошибками. Стандартный метод инструментальных переменных – это частный случай *обобщенного метода моментов* [26]. Видимо, метод инструментальных переменных был впервые сформулирован как метод оценки кривых спроса и предложения в [27]. Термин "инструментальные переменные" впервые использован при обсуждении ошибок в переменных в [28]. В контексте систем одновременных уравнений метод развивался параллельно под названием "двухшаговый метод наименьших квадратов". Метод детально описан в работах [29, 30, 31].

*Система одновременных уравнений* — совокупность эконометрических уравнений, определяющих взаимозависимость экономических переменных при наличии одних и тех же переменных в правых и левых частях разных уравнений системы (речь идет о так называемой структурной форме модели). Получаемые обычным методом наименьших квадратов оценки структурных коэффициентов модели в случае взаимосвязанных (совместных) уравнений могут быть смещенными и несостоятельными [32].

Существуют следующие методы оценки систем одновременных уравнений: косвенный метод наименьших квадратов [33, 34], двухшаговый метод наименьших квадратов [35, 36] трехшаговый МНК [37], методы максимального правдоподобия [38].

*Авторегрессия* – регрессионная зависимость величины от её же прошлых значений – широко применяется в прогнозировании.

Векторная авторегрессия (VAR, Vector Auto Regression) - модель динамики нескольких временных рядов, в которой текущие значения этих рядов зависят от прошлых значений этих же временных рядов, предложенная К.Симсом как альтернатива системам одновременных уравнений. VAR-модели свободны от ряда ограничений структурных моделей [39].

*Теория коинтеграции* позволяет отличить достоверную регрессионную зависимость и ложную регрессию, характерную для не стационарных временных рядов. Коинтеграция — свойство нескольких нестационарных (интегрированных) временных рядов, заключающееся в существовании их стационарной линейной комбинации. Концепция коинтеграции впервые была предложена Грэнджером в 1981 году [40].

*Авторегрессионная условная гетероскедастичность* (ARCH — Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity) — модели для анализа временных рядов, у которых условная (по прошлым значениям ряда) дисперсия ряда зависит от прошлых значений ряда, прошлых значений этих дисперсий и иных факторов. Предназначены для объяснения кластеризации волатильности на финансовых рынках, когда периоды высокой волатильности длятся некоторое время, сменяясь затем периодами низкой волатильности, причем среднюю волатильность можно считать относительно стабильной. Впервые были предложены Энглом в 1982 году [41]. В 1986 году Боллерслев предложил обобщение этих моделей (GARCH) [42]. Позже различные авторы предложили иные варианты моделей данного типа.

Многообразие процессов, порождающих временные ряды, предполагает

использование разных подходов в зависимости от характера динамики [43].

*Спектральный (Фурье) анализ*, непосредственно связанный с понятиями авторегрессии и автокорреляции, позволяет выделить и проанализировать циклические компоненты процессов [44].

*Вейвлет анализ* в отличие от классического Фурье анализа даёт возможность анализировать преимущественное распределение частот процесса во времени. Теория восходит к исследованию А.Хаара (1909 г.). Большой вклад в теорию вейвлетов внесли Гуппилауд, Гроссман и Морле, сформулировавшие то, что сейчас известно как непрерывное вейвлет-преобразование (НВП) (1982 г.), и многие другие [45].

*Панельные данные* состоят из наблюдений одних и тех же объектов, осуществляемых в последовательные моменты времени. Существует ряд моделей, использующих панельную структуру данных (например, модели с фиксированными, или со случайными эффектами), позволяющие извлечь из данных информацию, недоступную при исследовании отдельных временных рядов или различных объектов в фиксированный момент времени [46].

*Нелинейная регрессия* используется, когда для аппроксимации данных более адекватна нелинейная функция. С формальной точки зрения сложность представляет нелинейность не по переменным, а по оцениваемым параметрам. Решение такой задачи может привести к необходимости минимизации функции некоторого числа переменных с использованием численных методов (таких, как градиентный метод, метод Ньютона, модифицированный метод Ньютона, метод Ньютона-Гаусса, метод Марквардта). Например, производственная функция CES (constant elasticity of substitution) в отличие от функции Кобба-Дугласа не может быть сведена к линейному виду посредством логарифмирования и требует использования методов нелинейной регрессии для оценки параметров.

Задачи оптимизации являются также предметом математического программирования - раздела математики, посвященного решению экстремальных задач в конечномерном векторном пространстве, задаваемых системами уравнений и неравенств. Таким образом, термин "программирование" здесь почти не имеет отношения к программированию как написанию компьютерного кода, а является синонимом слова "оптимизация".

Когда эти уравнения и неравенства линейны, говорят о линейном программировании. Основы этого метода заложены в 1939 г. в работе Л.В.Канторовича [47]. Исследования Канторовича и других советских специалистов по математическому подходу в экономике описаны в [48]. Эффективный метод решения задач линейного программирования - симплекс-метод разработан в 1947 году Д.Данцигом [49].

Если целевая функция или ограничения нелинейные, то говорят о задачах нелинейного программирования. Если значения параметров модели дискретны, говорят о дискретном (целочисленном) программировании. Динамическое программирование (динамическое планирование) - метод оптимизации, приспособленный к многоэтапным операциям.

Стохастическое программирование позволяет учесть неопределенность в оптимизационных моделях.

Перечисленные методы математического программирования также объединяются понятием "Исследование операций", определяемым как дисциплина, занимающаяся разработкой и применением методов нахождения оптимальных решений на основе математического моделирования, статистического моделирования и различных эвристических подходов в различных областях человеческой деятельности [50].

Разделом исследования операций является теория игр – «математический метод изучения оптимальных стратегий в играх. Под игрой понимается процесс, в котором участвуют две и более сторон, ведущих борьбу за реализацию своих интересов. Каждая из сторон имеет свою цель и использует некоторую стратегию, которая может вести к

выигрышу или проигрышу — в зависимости от поведения других игроков. Теория игр помогает выбрать лучшие стратегии с учётом представлений о других участниках, их ресурсах и их возможных поступках» [51].

*Метод максимального правдоподобия* – более общий, чем метод наименьших квадратов, метод оценивания параметров статистических распределений, тождественный ему, когда вектор ошибок регрессии, состоит из независимых и одинаково распределённых случайных величин с нормальным распределением. Основополагающий вклад в анализ и популяризацию этого метода внёс Р.Фишер между 1912 и 1922 годами (хотя ранее он был использован Гауссом, Лапласом и другими).

Получили распространение непараметрические статистические методы, которые не требуют спецификации функциональных форм оцениваемых объектов. Они приемлемы для исследования выборок малого объёма [52].

В эконометрике также используется Байесовский подход, имеющий преимущества в условиях относительно малых выборок, формализующий учёт априорной информации и корректировку оценок коэффициентов моделей при поступлении новой информации. Этот подход полезно использовать при принятии решений в условиях неопределённости [53, 54].

## **1.2. Методы многомерной статистики**

Методы многомерного статистического анализа, как следует из его названия, применяются, когда приходится иметь дело с данными достаточно большой размерности, из которых нужно извлечь какую-либо информацию (например, провести классификацию данных) [55]. Коротко опишем основные методы такого анализа.

*Факторный анализ* обычно предполагает, что исследуемые переменные линейно зависят от меньшего числа переменных (называемых факторами) и достаточно малой случайной ошибки. Нахождение таких факторов в ряде случаев позволяет существенно снизить размерность пространства данных. [56], [57].

Впервые факторный анализ возник в психометрике благодаря Ф.Гальтону. Современный вариант метода главных компонент разработан Г.Хотеллингом.

Существуют нелинейные обобщения факторного анализа [58].

*Многомерное шкалирование* также является одним из методов снижения размерности пространства признаков, с использованием более общей матрицы сходства, чем используемая в факторном анализе матрица корреляций. Считается альтернативой факторному анализу. О методе можно прочесть в [59]. В создание и развитие метода внесли значительный вклад К.Х.Кумбс, У.С.Торгерсон, Л.А.Гудмен, Дж.В.Краскал, Р.Н.Шепард, Ф.В.Юнг.

*Кластерный анализ* – совокупность методов упорядочения некоторых объектов в относительно однородные группы. Под этим термином, введенных Трионом (Tryon) в 1939 г. [60], подразумевается множество различных алгоритмов.

*Дискриминантный анализ* позволяет дать ответ на вопрос, к какой именно из некоторого фиксированного множества групп принадлежит какой-либо конкретный объект. Метод был разработан Р.Фишером в 1936 году [61].

*Канонический анализ* позволяет анализировать зависимость между двумя «списками» признаков. Был предложен Г.Хотеллингом в 1936 г. [62].

В последние годы методология многомерного статистического анализа существенно обогатилась за счёт развития таких направлений, как распознавание образов, искусственный интеллект, data mining [63], использования нейросетей [64], генетических алгоритмов [65] и т.д.

## **2. «Теоретические» методы (использование математического моделирования)**

В экономике применяется большой набор методов математического моделирования.

Кроме алгебраических уравнений применяются дифференциальные уравнения – линейные и нелинейные обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных, стохастические дифференциальные уравнения, уравнения с запаздыванием. Применяется топология и другие разделы математики. В экономике также иногда используются континуальные интегралы (интегралы по траекториям), нашедшие широкое применение в квантовой физике [66, 67].

С конца 1970-х годов, в экономике начинают применяться методы теории нечетких множеств [68, 69]. Нечёткое множество — понятие, введённое Лотфи Заде [70], в котором он расширил классическое понятие множества, допустив, что функция принадлежности элемента множеству может принимать любые значения в интервале  $[0, 1]$ , а не только значения 0 или 1. Это является базовым понятием нечёткой логики. Теория нечётких множеств в определенном смысле сводится к теории случайных множеств и тем самым к теории вероятностей. Основная идея состоит в том, что значение функции принадлежности можно рассматривать как вероятность накрытия элемента некоторым случайным множеством. Однако при практическом применении аппарат теории нечётких множеств обычно используется самостоятельно, выступая конкурентом к аппарату теории вероятностей и прикладной статистики.

Широкое распространение получило имитационное моделирование экономических процессов, когда стремятся описывать процессы так, как они происходили бы в действительности [71-74].

Известным методом имитационного моделирования является метод Монте-Карло, основанный на получении большого числа реализаций случайного процесса, сформированного так, чтобы его статистические характеристики соответствовали характеристикам исследуемого процесса. Годом возникновения метода считается 1949 г., когда вышла статья [75]. С методом можно ознакомиться в [76].

Статистический бутстрэп - практический компьютерный метод исследования распределения статистик вероятностных распределений, основанный на многократной генерации выборок методом Монте-Карло на базе имеющейся выборки. Предложен Б.Эфроном в 1977 г. [77, 78].

Более подробно использование методов математического моделирования рассмотрено в следующем разделе.

### **3. Экономические модели**

Теперь рассмотрим, как математика используется для анализа конкретных экономических механизмов и явлений (таких, как равновесия, циклы, рост), как исторически развивалось применение математических методов и моделей в экономике, исходя из содержательных потребностей предметной области и с учётом соотносённости с направлениями, такими, как классическая экономика, кейнсианство, маржинализм, монетаризм и др.

В первую очередь описываются модели, на основе которых развилось «синергетическое» направление в экономико-математическом моделировании, представленное в работах Д.С.Чернавского и ряда других авторов.

Простейшие формы применения математики с экономическими целями содержались уже в законах Хаммурапи [79]. Новый этап в этом направлении связан с трудом "Политическая арифметика", написанным У.Петти в 1671-1676 гг. и "Экономической таблицей" Ф.Кенэ, составленной в 1758 г. Так, Кенэ использовал сетевой граф для отображения потоков в экономике.

Внедрение использования "предельных величин", то есть, характеристик изменения, для описания которых применимо дифференциальное исчисление в экономике связано с таким направлением, как возникший в 70-е годы XIX века маржинализм. Также он позволил поставить в экономике проблему "оптимума".

### 3.1. Модели экономического равновесия

Экономическое равновесие – это равновесие между спросом и предложением, достигаемое при определенных ценах на продукты производства. Спрос и предложение математически описываются соответственно функциями спроса и предложения.

В 1838 г. опубликована работа О. Курно "Исследование математических принципов теории богатства", где он впервые ввел в науку понятия функции спроса и его эластичности, убывающую кривую зависимости спроса от цены. Он также ввел понятие рыночного равновесия, хотя и не предложил модели для его расчета.

Понятие производственной функции было впервые предложено Кнутом Викселлем. Наиболее известной является функция Кобба-Дугласа, названная по имени американского экономиста Дугласа и математика Кобба, разработанная ими в 1928 году на основе соотношения динамики физического объема валового продукта, размеров капитала и количества отработанных рабочими и служащими обрабатывающей промышленности США человеко-часов [80]. Производственные функции и их практическое применение рассматриваются в [81]. В [82] приведена таблица с описанием статей, где производственные функции используются для моделирования Российской экономики. Таблица с описанием десяти видов производственных функций приведена на сайте Института инноватики [83].

Классиками теории экономического равновесия являются Маршалл и Вальрас. Маршалл дал теоретический анализ "цены спроса" и "цены предложения", а также «равновесной цены», соответствующей точке пересечения кривых спроса и предложения (динамика спроса определяется убывающей предельной полезностью, а динамика предложения – возрастающими издержками производства) [84]. Маршалл также значительное внимание уделял исследованиям возрастающей отдачи от факторов производства.

Вальрас сделал попытку создания замкнутой математической модели общего экономического равновесия на базе принципа субъективной полезности и предпосылки, что все экономические субъекты производства делятся на две группы: владельцы производительных услуг (земли, труда и капитала) и предпринимателей. Экономические связи между ними Вальрас выразил через систему взаимосвязанных уравнений [84]. В математическую систему равновесия Вальраса хорошо вписался закон Сэя о том, что производство создает адекватный себе спрос. Процесс "нащупывания" равновесия по Вальрасу можно описать дифференциальным уравнением с запаздывающим аргументом [85].

Практическое использование теории общего экономического равновесия Вальраса было осуществлено в полученной в 1930-х г. модели затраты-выпуск В. Леонтьева, где взаимодействие между отраслями производства моделируется с помощью системы линейных уравнений [86].

Обобщением модели Леонтьева является линейная динамическая модель фон Неймана (1937), приспособленная для описания "расширяющейся" экономики, имеющей рост производственных мощностей в долгосрочном периоде [87].

Известная модификация модели фон Неймана называется моделью Гейла (1956 г.) [88]. В 1961 г. Р. Раднером и М. Моришимой для модели фон Неймана и в 1964 г. Х. Никайдо для модели фон Неймана – Гейла, доказаны теоремы о магистралах. Магистралы — это особые множества состояний, на которых (или вблизи которых) проводит большую часть времени оптимальная траектория, если горизонт времени достаточно велик.

Уравнение обмена представителя неоклассического направления, внесшего существенный вклад в теорию денег, Ирвинга Фишера, данное в [89], также подразумевает, что экономическая система находится в равновесии.

Широко представлены в макроэкономических учебниках Кейнсианские модели

макроэкономического равновесия, такие, как AD-AS и IS-LM.

Модель AD-AS, рассматривающая макроэкономическое равновесие в условиях изменяющихся цен в краткосрочном и долгосрочном периодах, впервые предложена Дж.М.Кейнсом в его работе "Общая теория занятости, процента и денег", изданной в 1936 г. [90].

Также общий уровень цен в экономике и равновесный объем выпуска можно определить с помощью модели "Кейнсианский крест", в которой графически изображается положительная зависимость между совокупными затратами экономических агентов и общим уровнем цен.

Модель IS-LM, описывающая общее макроэкономическое равновесие одновременно на товарном и денежном рынках, разработана Дж.Хиксом и Э.Хансеном [91, 92].

Для исследования взаимного влияния валютного курса и других макроэкономических показателей используется модель IS-LM для открытой экономики (модель Манделла-Флеминга) [93 94].

Модифицированным вариантом модели Вальраса, в которой впервые обоснована теорема о существовании общего равновесия, является неоклассическая модель Эрроу-Дебрё (1954 г.), статическая модель общего равновесия в условиях совершенной конкуренции. В ней более четко, чем в модели Вальраса, описаны функции спроса и предложения. В рамках модели была показана эквивалентность конкурентного равновесия и равновесия в игре с  $n$  участниками [95]. Моделям экономического равновесия посвящена книга [96].

В 1990-е годы наиболее популярны стали вычислимые модели общего равновесия (Computable General Equilibrium, CGE) [97].

В настоящее время широко используются динамические стохастические модели общего равновесия (DSGE), где динамика экономической системы представлена как результат оптимизационной деятельности некоторых экономических агентов, имея таким образом микроэкономический фундамент. К недостаткам таких моделей относятся повышенная вероятность неверной спецификации и сложность нелинейного оценивания [98]. В отличие от CGE модели DSGE основываются на принципе рациональных ожиданий. Исторически DSGE модели связаны с теорией реального бизнес цикла [99], хотя сейчас в них используется и некейнсианский подход. Сейчас эти модели широко используются центральными банками ряда стран мира и МВФ.

### 3.2. Модели экономического роста

Модели экономического равновесия ориентированы на поиск локальных оптимальных рыночных состояний, но они не способны описать процессы долговременного экономического роста. Анализу экономического роста посвящен другой класс моделей.

Густав Кассель в работе "Теория общественного хозяйства" впервые ввёл понятие сбалансированного роста, при котором все компоненты экономики растут с одинаковым темпом, равным темпу роста населения. Эрик Лундберг в книге [100] придал этому понятию математическую формулировку.

Самые известные кейнсианские модели роста развиты Харродом [101, 102, 103] и Домаром [104]. Важным этапом стало появление неоклассической модели роста Солоу [105] и Свана [106].

Модель пересекающихся поколений (модель Самуэльсона-Даймонда) - модель экзогенного экономического роста (с дискретным временем) в условиях совершенной конкуренции, где есть два типа индивидов - "молодые", которые работают и получают доход, и "старые", которые не работают и тратят сбережения. Простой вариант модели, опубликованный в 1958 г. Самуэльсоном, был в 1965 г. П.Даймондом объединён с моделью Солоу с учетом модели Рамсея [107, 108].

Третья волна исследований началась в середине 80-х годов с работ Ромера [109] и Лукаса [110] и продолжается до настоящего времени.

Развитие теорий экономического роста связано с учётом таких факторов, как научно-технический прогресс, человеческий капитал, ограниченность ресурсов и т.д. Подробнее с теориями экономического роста можно ознакомиться в работах [111-117].

### **3.3. Комплексные экономические модели**

И равновесие, и рост в экономике могут быть в рамках единого формализма смоделированы с помощью систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Мальтус, Ферхюльст и др. стоят у истоков применения обыкновенных дифференциальных уравнений к описанию социальных процессов. Широкое распространение этот метод получил после работ Дж.Форрестера и Д.Медоуза, посвященных моделированию и прогнозированию мировой динамики. Описанию применения нелинейных дифференциальных уравнений к описанию социальных явлений посвящены работы [118 - 129].

Анализ показывает, что для целей нашего исследования наилучшим образом подходят модели именно этого типа. Концепция используемого нами подхода изложена в [130]. Преимущество моделей, основанных на системах дифференциальных уравнений, заключается в том, что они позволяют описывать динамические нелинейные процессы, отражая саму суть моделируемых явлений и имеющиеся причинно-следственные связи. Процедура создания таких моделей следующая: сначала создаются так называемые «базовые» модели, отражающие наиболее важные закономерности моделируемых процессов, проводится их отработка на предмет полноты и адекватности. Затем проводится детализация моделей, учет конкретных условий функционирования социально-экономических систем в рассматриваемых ситуациях. Затем проводится идентификация параметров моделей, их привязка к статистическим данным, соответствующим рассматриваемой ситуации. Далее проводятся расчеты по моделям для согласованных сценарных ситуаций с целью получения требуемых данных. В случае, когда использование моделей на основе систем дифференциальных уравнений по каким-то причинам невозможно, используются модели «эконометрического» типа, основанные на статистической обработке эмпирических данных.

Эффективность использования данного подхода продемонстрирована в работах [131 - 139]. Ниже этот подход будет использоваться для анализа влияния военных расходов (включая финансирование ФППИ) на социально-экономическое развитие России.

## Глава 2.

# Количественная оценка социально-экономической эффективности расходов на ФППИ

В данной главе приведены методики, предназначенные для количественной оценки влияния расходов на ФППИ на социально-экономическое развитие страны. Изложение результатов анализа будет вестись по следующей схеме. В каждом подразделе сначала будет описываться постановка задачи, используемая математическая модель и методика проведения расчетов. Затем будет приведен пример расчетов. Как было сказано во введении, пример расчета носит иллюстративный характер. Рассматриваются условия на конец 2018 года и от этой отправной точки делаются расчеты по методике на период 2019-2030 гг.

## 1. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение внутреннего валового продукта страны

### 1.1 Методика проведения расчетов

#### 1.1.1 Общее описание методики

**Целью** методики является количественная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение внутреннего валового продукта (ВВП) страны при различных сценарных условиях.

**Входными данными** для расчетов являются:

данные макроэкономической статистики за 2001-2018 гг. (номинальный ВВП, реальный ВВП, дефлятор ВВП, индекс инфляции, денежная масса М2, экспорт, импорт, доходы населения, инвестиции, потребительские расходы и др.);

расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

**Выходными данными** являются: номинальный и реальный ВВП на прогнозируемый период при различных сценарных условиях (при различных объемах расходов на ФППИ).

В основе методики лежит **метод сценарного прогнозирования** на основе использования динамического математического моделирования. С помощью математической модели делается прогноз изменения ВВП для различных сценарных условий. Затем сравниваются результаты расчетов по разным сценариям и анализируются получившиеся различия.

Расчетным ядром методики является специализированная математическая модель, описанная ниже.

#### 1.1.2 Используемая математическая модель

##### 1.1.2.1 Описание модели

Для проведения расчетов в методике используется математическая динамическая модель высокого уровня агрегации. Она предназначена для оценки влияния различных факторов на такие важные макроэкономические параметры как ВВП страны, дефлятор ВВП (уровень инфляции), доходы населения и др. Ее основой является теоретическая модель, изложенная в [131, 133, 134]. Суть используемой модели изложена ниже.

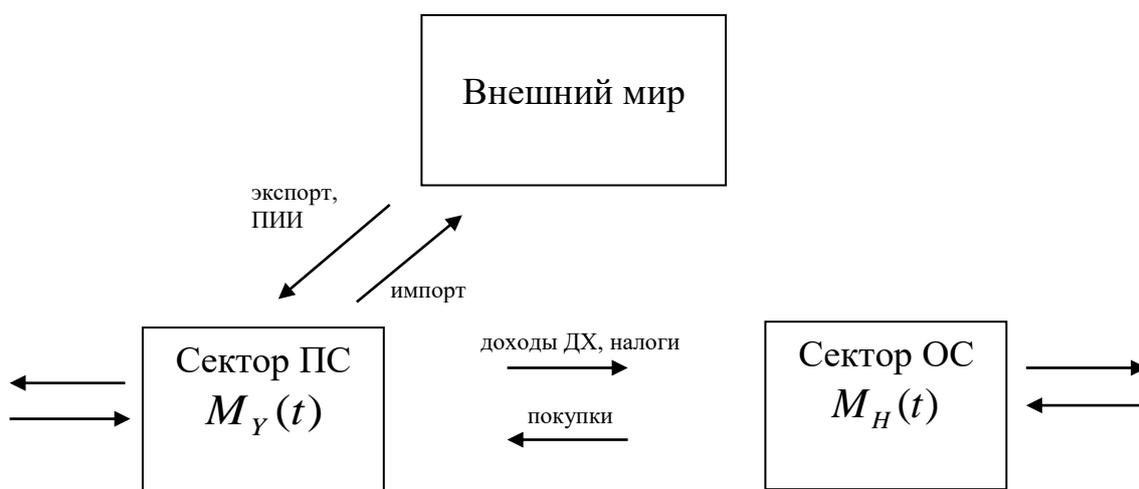
В модели основное внимание уделено взаимодействию следующих макроэкономических секторов [134]:

- производственный сектор (ПС), который производит товары и услуги для конечного потребления и экспорта;

- общественный сектор (ОС), в который входит государство, собирающее налоги и перераспределяющее их через расходные статьи бюджета, и домашние хозяйства (ДХ), которые потребляют отечественные (производимые сектором ПС) и импортные товары и услуги и одновременно участвуют в производстве, обеспечивая сектор ПС рабочей силой. Объединение государства и ДХ в один сектор сделано с целью упрощения калибровки модели с использованием данных макроэкономической статистики.

Другие сектора экономики учтены косвенно как внешние по отношению к ПС и ОС экономические агенты. Также в модели присутствует *внешний мир* (зарубежные страны), взаимодействие с которым осуществляется посредством международной торговли. *Внешний мир* рассматривается в виде единого агрегата без разделения на отдельные страны.

Модель описывает динамику денежных потоков в рассматриваемой экономической системе. Расчетная схема модели представлена на [рис.2.1](#) (стрелками обозначены потоки денежных средств).



**Рисунок 2.1.** Обобщенная схема денежных потоков между макроэкономическими секторами

Схема денежных потоков, изображенная на [рисунке 2.1](#), в обобщенном виде может быть описана системой динамических дифференциальных уравнений, представленных ниже.

Динамика рублевых денежных средств  $M_Y(t)$  производственного сектора (юридических лиц):

$$\frac{dM_Y(t)}{dt} = (\text{доходы от продажи товаров и услуг внутри страны}) - (\text{налоги}) - (\text{выплаты домашним хозяйствам}) + (\text{доходы от экспорта}) - (\text{расходы на импорт}) + (\text{прямые иностранные инвестиции}) + (\text{другие денежные потоки}). \quad (1)$$

Под другими денежными потоками подразумевается обмен денежными средствами с экономическими акторами, в явном виде не указанными на [рисунке 2.1](#) (финансовый сектор и т.д.).

Динамика рублевых денежных средств  $M_H(t)$  общественного сектора (физических и юридических лиц):

$$\begin{aligned} \frac{dM_H(t)}{dt} = & (\text{доходы домашних хозяйств}) + (\text{налоги}) - \\ & - (\text{расходы на приобретение отечественных товаров и услуг}) - \\ & - (\text{расходы на приобретение импортных товаров и услуг}) + \\ & + (\text{другие доходы и расходы}). \end{aligned} \quad (2)$$

Под другими доходами и расходами подразумевается обмен денежными средствами с экономическими акторами, в явном виде не указанными на [рисунке 2.1](#) (финансовый сектор и т.д.).

В простейшем случае товары и услуги, производимые ПС, можно представить в виде единого агрегата – обобщенного продукта (так называемая однопродуктовая модель). Динамика уровня цен  $p(t)$  на обобщенный продукт определяется на основе соотношения спроса и предложения товаров и услуг на внутреннем рынке:

$$\frac{dp}{dt} = a \cdot (\text{платежеспособный спрос} - \text{предложение товаров и услуг}), \quad (3)$$

где  $a$  – коэффициент пропорциональности.

Уравнение (3) означает, что при превышении спроса над предложением имеет место инфляция (уровень цен  $p(t)$  растет), а при превышении предложения над спросом имеет место дефляция (уровень цен  $p(t)$  падает). Параметр  $a$  характеризует скорость установления равновесного значения  $p(t)$ .

Следующим шагом является выбор конкретных математических выражений для членов, указанных в правых частях уравнений (1) - (3). Для этого в рассматриваемой модели делаются следующие допущения.

Общее количество денег  $M(t)$  (агрегат M2) в экономической системе изменяется экзогенным образом в результате кредитно-денежной эмиссии финансового сектора. Прирост денежной массы M2 в единицу времени -  $\Delta M(t)$ . При этом считается, что в сектор ПС поступает доля  $s_Y$  от  $\Delta M(t)$ , а в сектор ОС – доля  $s_H$  от  $\Delta M(t)$ . Сумма денежных средств ПС и ОС пропорциональна денежной массе M2.

Денежные средства поступают из сектора ПС в сектор ОС в виде доходов населения (зарплаты, дивиденды и т.п.) и налогов государству. В модели принято, что эти поступления составляют долю  $h$  от стоимости производимой продукции  $F \cdot p$ , где  $F$  – производственная функция.

Население тратит деньги на покупку отечественной и импортной продукции, а также на сбережения. Импортная продукция поступает потребителям через торговые и посреднические фирмы, входящие в сектор ПС. Спрос населения на агрегированный продукт сектора ПС определяется функцией потребительского спроса, которая примерно пропорциональна покупательной способности имеющихся у населения денежных средств:  $k_H \cdot M_H$ , где  $k_H$  – коэффициент пропорциональности. Параметры спроса и предложения зависят от покупательной способности денежных средств, то есть от того, какое количество продукта можно приобрести на одну денежную единицу при складывающемся уровне инфляции. Покупательная способность денежной суммы  $M$  при индексе цен  $p$  равна  $M/p$ .

С учетом указанных допущений модель (1) - (3) может быть преобразована к виду:

$$\frac{dM_Y}{dt} = k_H \cdot M_H - h \cdot F \cdot p + Ex - Im + FDI + s_Y \cdot \Delta M2 + Z_Y \quad (4)$$

$$\frac{dM_H}{dt} = h \cdot F \cdot p - k_H \cdot M_H + s_H \cdot \Delta M2 + Z_H \quad (5)$$

$$\frac{dp}{dt} = a \cdot p \cdot \left( \frac{k_H \cdot M_H + Ex - Im + Z_p}{F \cdot p - k_Y \cdot M_Y} - 1 + s_p \cdot \frac{\Delta M 2}{M 2} \right) \quad (6)$$

Уравнение (4) является аналогом уравнения (1). Здесь  $Ex$  - экспорт,  $Im$  - импорт;  $k_H$ ,  $h$ ,  $s_Y$  - коэффициенты,  $FDI$  - прямые иностранные инвестиции,  $Z_Y$  - сальдо денежных потоков с экономическими акторами, в явном виде не указанными на рисунке 2.1.

Уравнение (5) является аналогом уравнения (2), где  $h$ ,  $s_Y$ ,  $s_H$  - коэффициенты,  $Z_H$  - сальдо денежных потоков с экономическими акторами, в явном виде не указанными на рисунке 2.1.

Уравнение (6) является аналогом уравнения (3), где первый член в числителе правой части - отражает спрос сектора ОС на продукцию ПС; предложение продукции определяется общим производством ПС ( $F \cdot p$ ) и импортом ( $Im$ ) за вычетом экспорта ( $Ex$ ) и инвестиционной продукции ( $k_Y \cdot M_Y$ ) в предположении, что она составляет долю  $k_Y$  от  $M_Y$ ;  $Z_p$  - спрос акторов, в явном виде не указанных на рисунке 2.1. Последний член в правой части уравнения (6) отражает влияние на инфляцию прироста денежной массы.

Уравнения (4) - (6) должны быть дополнены выражением для производственной функции  $F$ , отражающей связь между выпуском продукции и факторами производства. Общепринятого выражения для производственной функции не существует. В рассматриваемой имитационной модели используется модифицированная функция Кобба-Дугласа [140], в которой в отличие от ее классического вида (где факторами производства выступают физические величины - капитал и труд) в качестве фактора производства используется инвестиционный (денежный) поток  $k_Y \cdot M_Y$  с учетом изменения покупательной способности денег:

$$F = f \left( \frac{k_Y \cdot M_Y}{p} \right)^c \quad (7)$$

$f$  - параметр, характеризующий эффективность отдачи от вложений в производство (чем выше значение  $f$ , тем больше выпуск продукции на единицу вложенных средств). Показатель степени  $c$  отражает характер отдачи от вложений: при  $c > 1$  - возрастающая отдача, при  $c < 1$  - убывающая отдача [141, 142].

### 1.1.2.2 Идентификация параметров модели

Для того, чтобы проводить расчеты на основе модели (4) - (7), необходимо провести идентификацию ее параметров (то есть обосновать, какими должны быть их численные значения). Кроме того, необходимо сделать предположения о виде функций  $Z_Y$ ,  $Z_H$  и  $Z_p$ . Была принята гипотеза, что эти функции должны коррелировать с величиной ВВП, то есть с величиной  $F \cdot p$ . В соответствии с этим в модели использовалась аппроксимация:

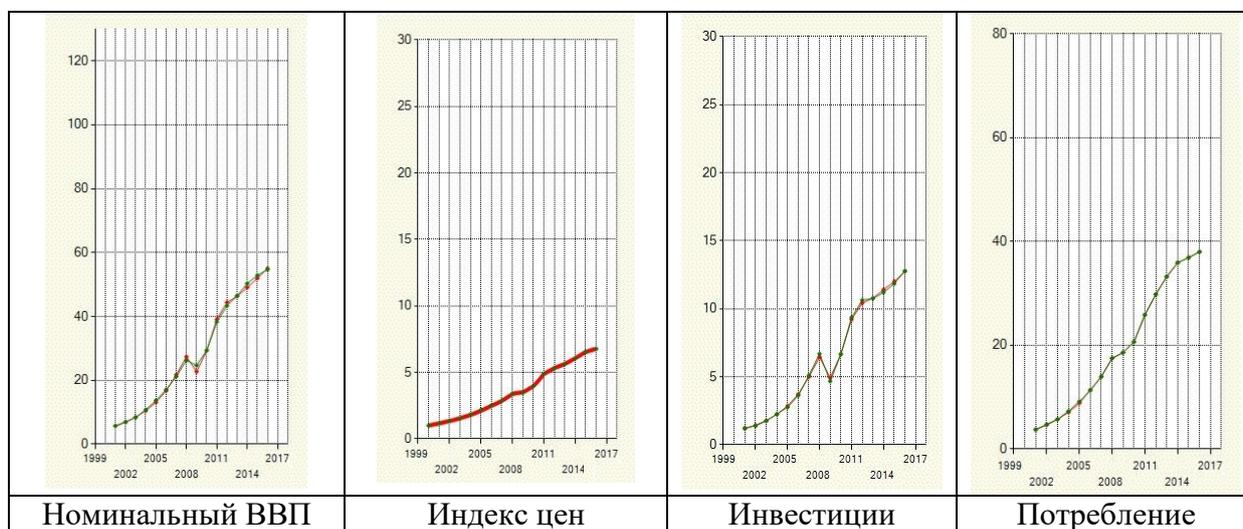
$$Z_Y = x_Y \cdot F \cdot p, \quad Z_H = x_H \cdot F \cdot p, \quad Z_p = x_p \cdot F \cdot p, \quad (8)$$

где  $x_Y$ ,  $x_H$ ,  $x_p$  - коэффициенты пропорциональности, значения которых тоже должны быть определены в результате процедуры идентификации.

Таким образом, в ходе процедуры идентификации должны быть определены значения следующих параметров:  $c$ ,  $h$ ,  $f$ ,  $k_Y$ ,  $k_H$ ,  $s_Y$ ,  $s_H$ ,  $s_p$ ,  $a$ ,  $x_Y$ ,  $x_H$ ,  $x_p$ . Процедура идентификации основана на сопоставлении результатов моделирования прошлых периодов с имеющимися статистическими данными за эти периоды и выборе таких значений параметров, при которых обеспечивается наилучшее соответствие результатов моделирования с реальными данными макроэкономической статистики. Данная задача является довольно сложной в силу нелинейного характера уравнений модели. С целью

автоматизации процесса идентификации параметров модели был разработан специализированный программный комплекс, который использовался при проведении исследований.

При проведении процедуры идентификации в качестве эмпирических данных использовались статистические ряды за 2001-2018 годы следующих макроэкономических величин: номинальный ВВП, индекс цен (дефлятор), инвестиции, доходы населения, налоги, государственное потребление. Для решения задачи идентификации строилась квадратичная функция невязок, которая представляет собой суммарное отклонение теоретических рядов значений по каждому из указанных макроэкономических параметров<sup>1</sup> от их реальных статистических значений на заданном временном интервале. Искался набор параметров, при использовании которого в расчетах значение функции невязок минимально. При этом считалось, что в период 2001-2007 гг., когда экономическая ситуация была стабильной, значения параметров изменялись слабо (поэтому идентификация проводилась сразу для всего периода), а в последующие кризисные годы значения параметров претерпевали серьезные изменения (поэтому идентификация проводилась для каждого года отдельно). Сопоставление статистических рядов данных и результатов расчетов по модели с использованием параметров, идентифицированных с помощью описанной процедуры для периода 2001-2018 гг., представлены на [рисунке 2.2](#) (статистические данные взяты из [143, 144]; значения макроэкономических параметров выражены в относительных единицах, где единица – значение соответствующего параметра в 2001 году).



**Рисунок 2.2.** Сопоставление рядов статистических данных для номинального ВВП, индекса цен, инвестиций, государственного и частного потребления (точки) и результатов расчета по модели (линии) для России.

Из рисунка видно, что несмотря на компактность модели (4) - (8) она достаточно точно отражает макроэкономическую динамику, причем сразу по всем четырем показателям: номинальному ВВП, индексу цен (дефлятор), инвестициям, государственному и частному потреблению.

<sup>1</sup> При проведении расчетов ряды для денежной массы М2, экспорта и импорта задавались экзогенно с использованием ретроспективных статистических данных.

### 1.1.3 Порядок проведения расчетов

После идентификации параметров и настройки модели на конкретные условия ее можно использовать для проведения прогнозных сценарных расчетов. Процедура проведения расчетов следующая:

1) Определяется прогнозируемый период и формируется базовый (опорный) расчетный сценарий на прогнозируемый период. В формировании этого сценария используются официальные данные прогноза социально-экономического развития России Министерства экономического развития РФ (они были изложены в источнике [145]).

2) Проводится настройка модели на параметры прогноза МЭР РФ и проводятся расчеты ВВП на прогнозируемый период для базового сценария. В качестве начальных условий для прогноза берутся статистические данные за последний год (в нашем случае это 2018 год).

3) Формируются параметрические расчетные сценарии на прогнозируемый период, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.

4) Проводятся расчеты ВВП на прогнозируемый период для параметрических сценариев.

5) По результатам расчетов на основе их сравнения строится зависимость изменения ВВП как функции изменения расходов на ФППИ. Разница в результатах расчетов отражает влияние изменения расходов на ФППИ на величину ВВП.

### 1.1.4 Исходные данные для проведения расчетов

Исходными данными для проведения расчетов являются следующие:

данные макроэкономической статистики за 2001-2018 гг. (номинальный ВВП, реальный ВВП, дефлятор ВВП, индекс инфляции, денежная масса М2, экспорт, импорт, доходы населения, инвестиции, потребительские расходы и др.);

расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

В качестве источника данных по макроэкономической статистике используются базы данных Росстата (<http://www.gks.ru/>), а также базы данных Всемирного банка

(<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CN?end=2016&locations=RU&start=2001&view=chart>;

<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.ZS?end=2016&locations=RU&start=2001>;

<https://data.worldbank.org/indicator/FM.LBL.BMNY.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>;

<https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>;

<https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>;

<https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>;

<https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.CD.WD?end=2016&locations=RU&start=2001>;

<https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.GOV.T.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>;

<https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>).

В качестве источника данных по расходам на ФППИ в 2001-2018 гг. используются соответствующие директивные документы.

Параметры модели  $c$ ,  $h$ ,  $f$ ,  $k_Y$ ,  $k_H$ ,  $s_Y$ ,  $s_H$ ,  $s_p$ ,  $a$ ,  $x_Y$ ,  $x_H$ ,  $x_p$  определяются на основе процедуры идентификации, описанной в разделе 1.1.2.2.

Для формирования базового расчетного сценария на 2019-2030 гг. используются данные прогноза социально-экономического развития России Министерства экономического развития РФ [145].

В параметрических расчетных сценариях на 2019-2030 гг. считается, что расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.

## 1.2 Результаты сценарных расчетов

Как было указано в разделе 1.1.3, на первом шаге проводимого анализа определяются характеристики прогнозируемого периода и формируется базовый (опорный) расчетный сценарий, который является отправной точкой для проведения дальнейших расчетов. В

качестве прогнозируемого периода был выбран период до 2030 года, охватывающий нормативный срок планирования государственной программы вооружений (ГПВ). Это достаточно длительный период, и в условиях изменчивости современной экономической и геополитической обстановки формирование базового расчетного сценария, даже при наличии математической модели, является непростой задачей. Проблема здесь заключается в том, что на такой длительный период достаточно трудно спрогнозировать изменение внешних условий (то есть экзогенных параметров модели, таких как цены на нефть, санкции со стороны США в условиях ведущейся экономической войны и т.п.), повлиять на которые российскому правительству весьма сложно. С другой стороны, не менее сложно спрогнозировать и реакцию российских экономических властей на изменение внешнеэкономических условий (например, спрогнозировать то, какая будет проводиться кредитно-денежная политика финансовыми органами в рассматриваемый период). Поэтому для определенности был выбран следующий алгоритм формирования базового расчетного сценария:

- за основу брались данные по прогнозу социально-экономического развития, разработанные Министерством экономического развития (МЭР) России в августе 2018 г. на период до 2024 г. (см. [таблицу 1](#));
- параметры макроэкономической модели, идентифицированные на периоде 2000 – 2018 гг., уточнялись для периода 2019-2024 гг. таким образом, чтобы расчетные данные по периоду 2019-2024 гг. максимально близко соответствовали цифрам прогноза МЭР;
- на период 2025-2030 гг. распространялись значения параметров модели, полученные в результате данного уточнения, и делались дополнительные прогнозные расчеты на этот период.

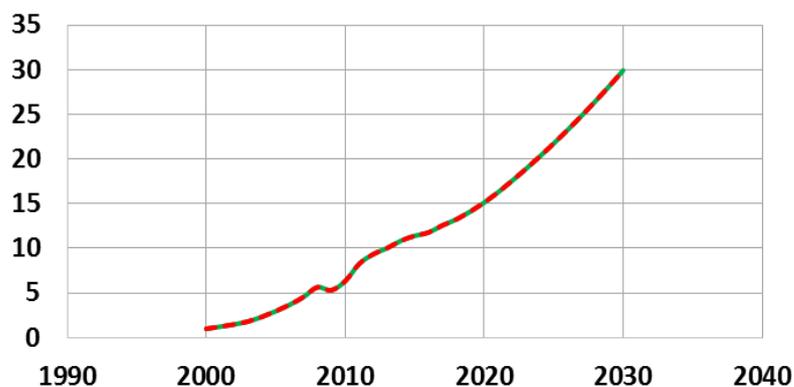
**Таблица 1.** Основные параметры прогноза социально-экономического развития (август 2018 г.) [145]

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Цена на нефть марки URALS, долл. США /баррель	69,6	63,4	59,7	57,9	56,4	55,1	53,5
Рост ВВП, %	1,8	1,3	2,0	3,1	3,2	3,3	3,3
Номинальный ВВП, трлн руб.	101,1	105,8	110,7	118,4	126,9	136,7	147,1
Дефлятор ВВП	8,0	3,3	2,6	3,7	3,9	4,2	4,2
Инфляция, % дек/дек	3,4	4,3	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0
Инфляция, % в сред. за год	2,7	4,6	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0
Курс доллара (в среднем за год)	61,7	63,9	63,8	64,0	64,7	66,3	68,0
Промышленное производство, %	3,0	2,4	2,7	3,1	3,1	3,2	3,3
Розничный товарооборот, %	2,9	1,7	2,0	2,6	2,6	2,7	2,8
Инвестиции в основной капитал, %	2,9	3,1	7,6	6,9	6,6	6,4	6,1
Отношение объема инвестиций в основной капитал к объему ВВП, %	20,7	21,4	23,0	23,9	24,8	25,6	26,4
Экспорт товаров, млрд долл. США	439	437	435	445	461	483	505
% ВВП	26,8	26,4	25,1	24,0	23,5	23,4	23,3
Экспорт ТЭК, млрд долл. США	251	235	229	224	216	212	209
Импорт товаров, млрд долл. США	258	272	289	309	327	346	365
% ВВП	15,7	16,4	16,7	16,7	16,7	16,8	16,9
Счет текущих операций, млрд. долл. США	94,3	72,4	49,8	37,5	30,1	27,2	24,7
% ВВП	5,8	4,4	2,9	2,0	1,5	1,3	1,1
Финансовый счет, млрд долл. США	41,1	19,2	7,5	1,8	0,2	2,7	6,2
% ВВП	2,5	1,2	0,4	0,1	0,0	0,1	0,3
Реальные располагаемые доходы населения, %	3,4	1,0	1,7	2,2	2,3	2,4	2,5
Реальная заработная плата, %	6,9	1,4	1,9	2,5	2,8	2,7	2,9
Производительность труда, %	1,4	1,3	1,9	2,9	3,2	2,9	3,1
Безработица, %	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6

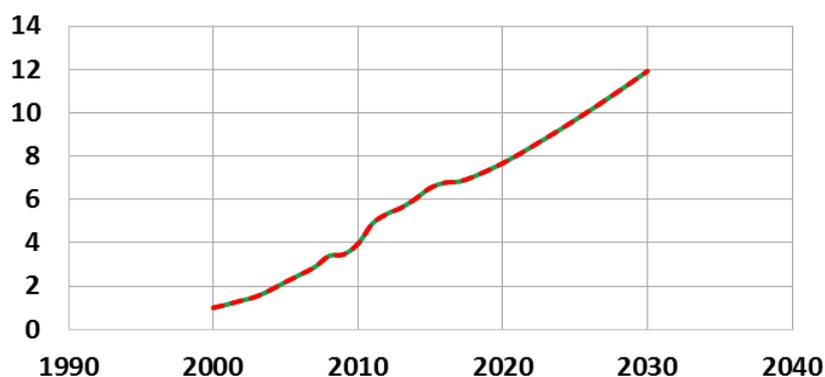
*Источник: расчеты Минэкономразвития России.*

Считалось также, что прогноз МЭР составлен с учетом финансирования ФППИ. Поскольку конкретные цифры по финансированию ФППИ известны нам только до 2018 года, то при проведении расчетов на дальнейшие годы (до 2030 г.) для прогноза объемов финансирования ФППИ использовалась квадратичная регрессия, хорошо отражающая динамику финансирования ФППИ в период 2000-2018 гг.

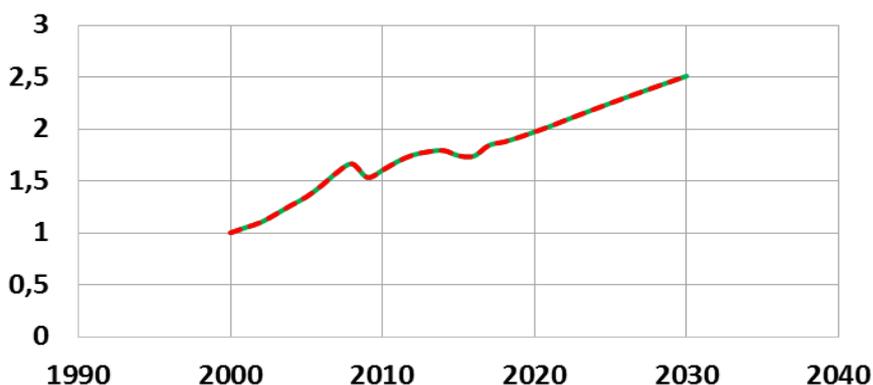
С учетом вышесказанного была уточнена калибровка модели и проведен расчет базового расчетного сценария до 2030 года. Результаты расчетов приведены на [рисунках 2.3, 2.4, 2.5](#) (на всех рисунках приведено относительное изменение величин, за единицу принято значение соответствующей величины в 2000 году).



**Рисунок 2.3.** Базовый сценарий динамики номинального ВВП (значение номинального ВВП в 2000 г. принято за единицу)



**Рисунок 2.4.** Базовый сценарий динамики дефлятора ВВП (значение дефлятора ВВП в 2000 г. принято за единицу)



**Рисунок 2.5.** Базовый сценарий динамики реального ВВП (значение реального ВВП в 2000 г. принято за единицу)

После определения базового сценария и проведения соответствующего прогнозного расчета, были сформированы параметрические расчетные сценарии на прогнозируемый период, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%. То есть рассматривались ситуации, когда плановые (заложенные в базовом сценарии) объемы финансирования ФППИ увеличивались на 15, 30, 45 и 60% к концу рассматриваемого периода и при этом считалось, что это увеличение происходит постепенно (линейным образом) и достигает своего максимума в 2030 году.

Рассматривались *прямой* и *косвенный* эффекты влияния увеличения финансирования ФППИ на реальный ВВП.

Поясним суть *прямого* эффекта. С макроэкономической точки зрения ФППИ – это затраты, которые непосредственно не приводят к увеличению продукции, идущей на потребительский рынок и потребляемой населением. В ходе ФППИ производятся знания, которые овеществляются впоследствии в технологиях военного назначения и в военной технике. Логично рассуждать, что деньги, выделяемые на ФППИ, в конечном счете идут на зарплаты научным сотрудникам, повышая потребительский спрос и стимулируя инфляционные процессы. Соответственно, с чисто экономической точки зрения, затраты на ФППИ – это сугубо вынужденная мера, обусловленная не экономической целесообразностью, а необходимостью обеспечивать безопасность государства. Для того чтобы перевести логические рассуждения на язык цифр и конкретных количественных оценок, необходимо математическое моделирование.

Поясним суть *косвенного* эффекта. С макроэкономической точки зрения (если отвлечься от сугубо военно-политических аспектов обеспечения национальной безопасности) научные исследования в военной области повышают эффективность российской военной техники, ее конкурентоспособность на мировых рынках ВВСТ и в конечном счете способствуют росту экспорта российских ВВСТ. Конечно, точно определить вклад научных исследований в обеспечение конкурентоспособности российской военной техники и в рост экспорта ВВСТ невозможно. Но можно косвенно оценить этот вклад, например, используя в качестве показателя количественную связь между изменением финансирования ФППИ и изменением объема экспорта ВВСТ. Анализ статистических данных с 2000 по 2018 год показал, что такая количественная связь может быть описана линейной регрессией

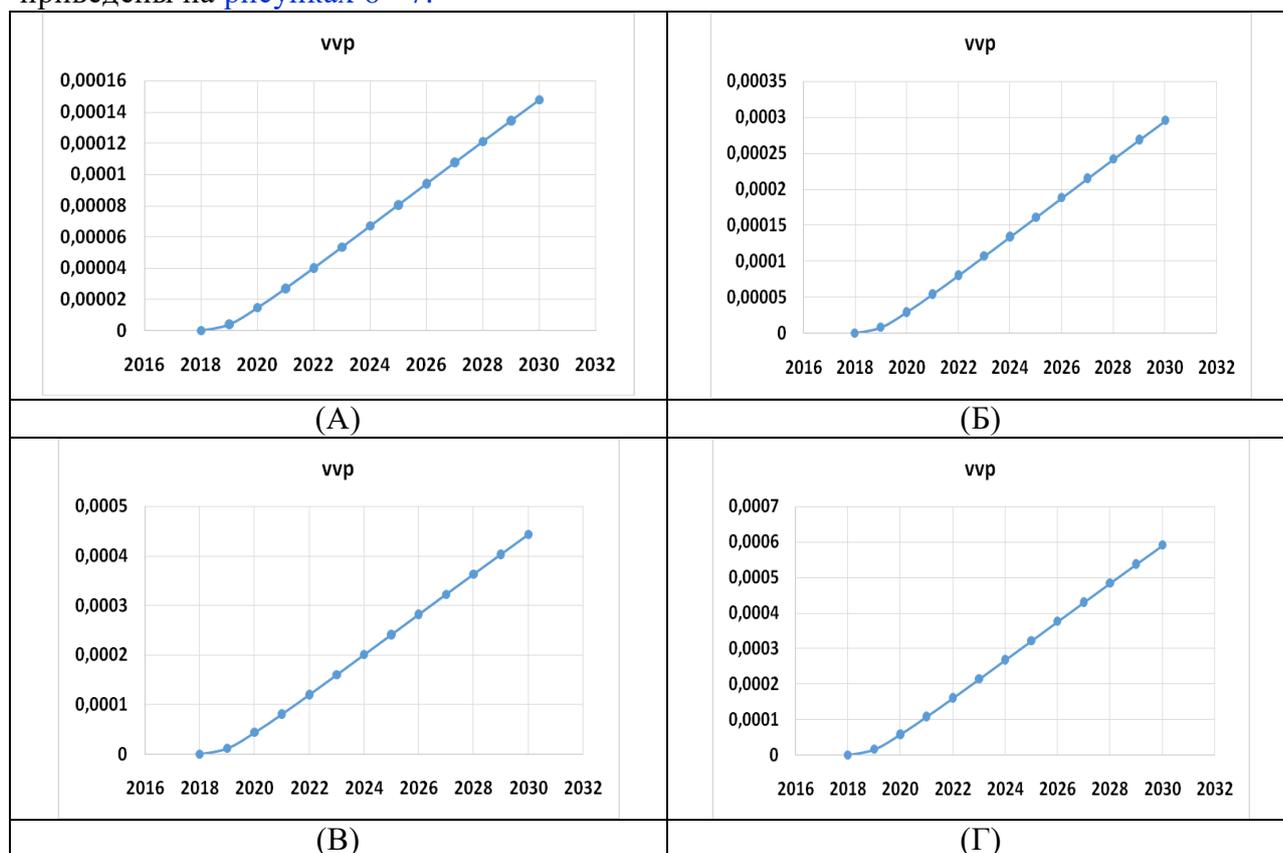
$$y = 56,157x + 42,7 \cdot 10^9, \quad (9)$$

где  $y$  – приращение экспорта ВВСТ (руб./год),  $x$  – приращение финансирования ФППИ (руб./год). Следует отметить, что коэффициент детерминации  $y$  зависимости (9) довольно низкий, что связано как с малым объемом имеющихся статистических данных, так и с тем, что величина  $y$  зависит от большого числа других факторов помимо  $x$  (от ценовой политики, от курса рубля, от геополитических факторов и т.п.), а также с тем, что существует временной лаг между проведением ФППИ и реализацией полученных научных результатов в реальные образцы ВВСТ. Однако, в отсутствие другой информации, для проведения приближенных макроэкономических оценок мы использовали усеченное соотношение (9) без постоянного члена в его правой части, полагая, что этот член отражает совокупное влияние всех остальных (кроме  $x$ ) факторов на приращение экспорта. Более точное определение зависимости  $y(x)$  – предмет специальных исследований.

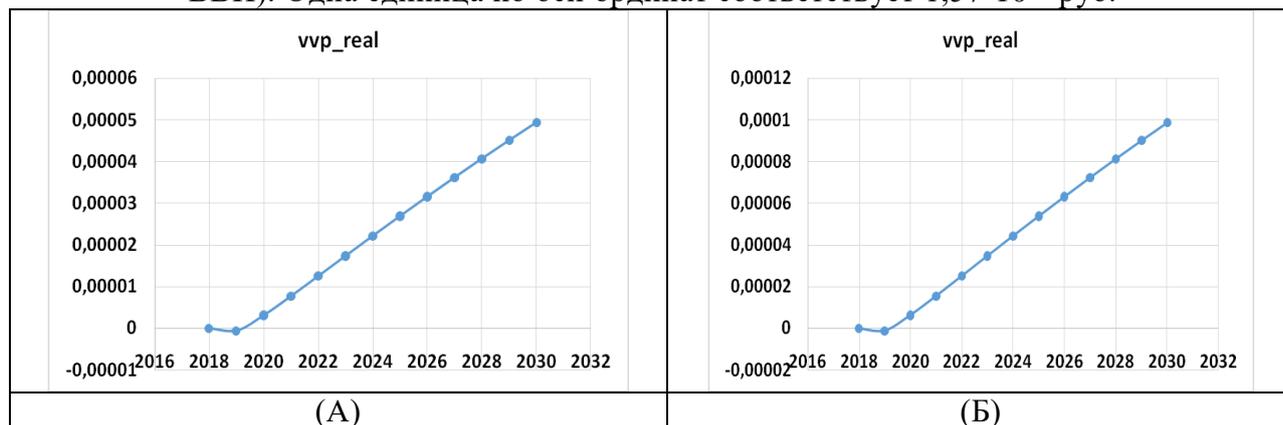
Результаты оценки *прямого* эффекта влияния увеличения финансирования ФППИ на реальный ВВП с использованием высокоагрегированной макроэкономической модели следующие:

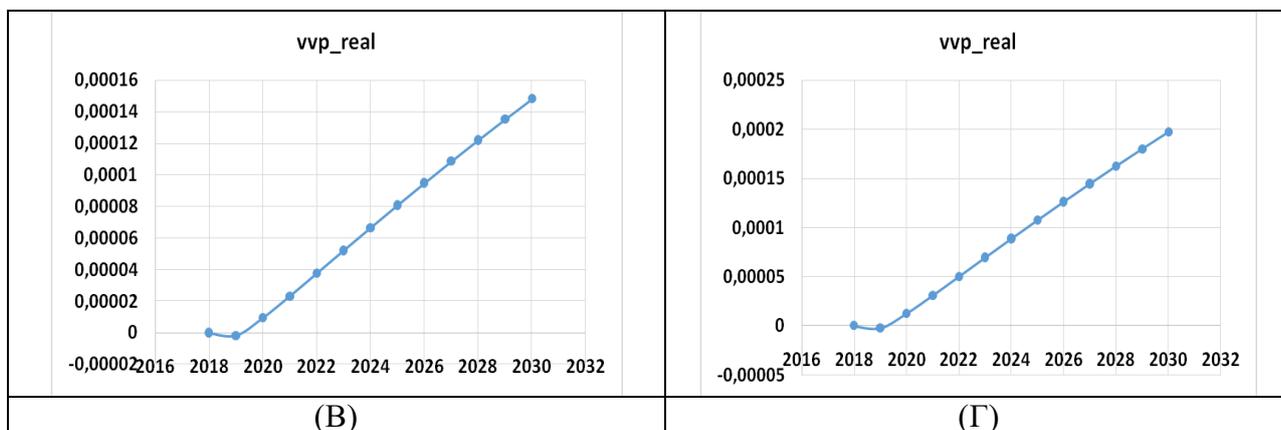
1) если дополнительное увеличение финансирования ФППИ проводится за счет уменьшения других статей расхода государственного бюджета, предназначенных для выплат бюджетникам, то в этом случае макроэкономическое моделирование показывает отсутствие какого-либо значащего эффекта и изменения реального ВВП. Действительно, такое перераспределение государственных средств от одной группы граждан к другой, не влекущее за собой изменения в объеме производимой продукции, идущей на рынок, не должно влиять на реальный ВВП;

2) если дополнительное увеличение финансирования ФППИ проводится без уменьшения других статей расхода государственного бюджета за счет бюджетного дефицита и дополнительной эмиссии денежных средств, то это приводит к росту номинального ВВП. Реальный ВВП при этом сначала немного уменьшается по сравнению с базовым сценарием, а затем начинает расти. Результаты расчетов приведены на [рисунках 6 - 7](#).



**Рисунок 2.6.** Приращение номинального ВВП при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию (*прямой эффект* влияния финансирования ФППИ на ВВП). Одна единица по оси ординат соответствует  $1,57 \cdot 10^{12}$  руб.



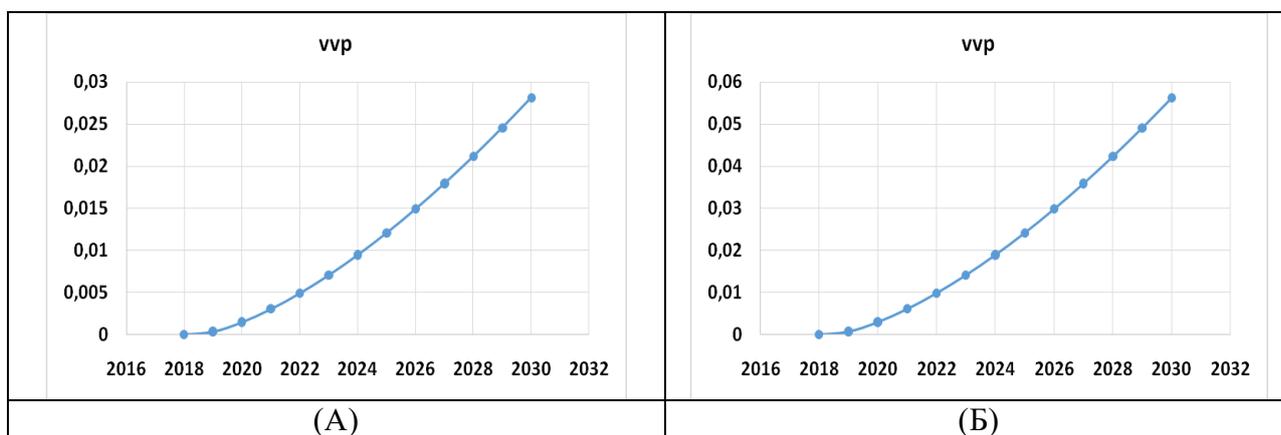


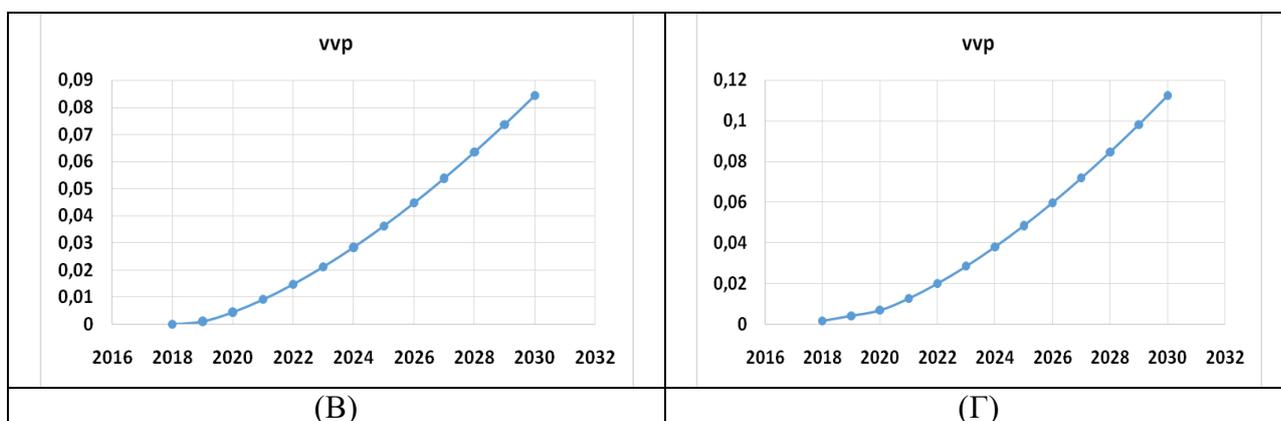
**Рисунок 2.7.** Приращение реального ВВП при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию (*прямой* эффект влияния финансирования ФППИ на ВВП). Одна единица по оси ординат соответствует  $10^{13}$  руб. в ценах 2018 года

Видно, что изменение реального ВВП весьма малое. Однако существенным является то, что это изменение лишь в первоначальный период отрицательное, но затем становится положительным, несмотря на казалось бы чисто инфляционный механизм увеличения объема финансирования ФППИ (за счет дополнительной эмиссии).

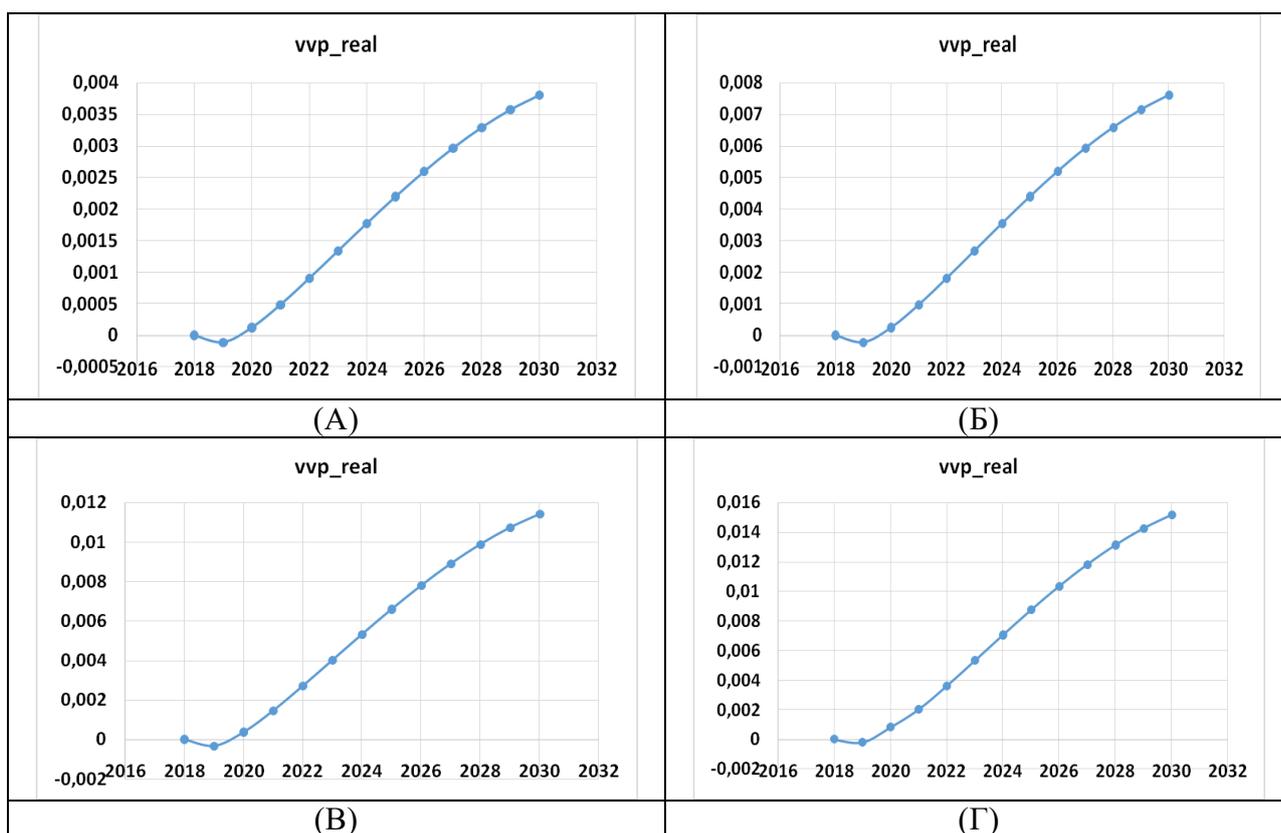
Результаты оценки *косвенного* эффекта влияния увеличения финансирования ФППИ на реальный ВВП с использованием высокоагрегированной макроэкономической модели следующие:

использование эконометрической зависимости, отражающей связь между ростом финансирования ФППИ и приростом экспорта ВВСТ (с учетом сделанных выше оговорок), в макроэкономическом моделировании с использованием модели (4) - (8) показывает, что увеличение финансирования ФППИ приводит к росту как номинального, так и реального ВВП. Результаты расчетов представлены на [рисунках 2.8 и 2.9](#).





**Рисунок 2.8.** Приращение номинального ВВП при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию (*косвенный эффект* влияния финансирования ФППИ на ВВП). Одна единица по оси ординат соответствует  $1,57 \cdot 10^{12}$  руб.



**Рисунок 2.9.** Приращение реального ВВП при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию (*косвенный эффект* влияния финансирования ФППИ на ВВП). Одна единица по оси ординат соответствует  $10^{13}$  руб. в ценах 2018 года

Видно, что с учетом всех оговорок по поводу приближенности используемой зависимости  $y(x)$  влияние *косвенного* эффекта влияния ФППИ на ВВП существенно превышает влияние *прямого* эффекта (см. [рис.2.8](#)) и тоже направлено в сторону увеличения ВВП.

## 2. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение индекса инфляции

### 2.1 Методика проведения расчетов

#### 2.1.1 Общее описание методики

Целью методики является количественная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение индекса инфляции страны при различных сценарных условиях.

**Входными данными** для расчетов являются:

данные макроэкономической статистики за 2001-2018 гг. (номинальный ВВП, реальный ВВП, дефлятор ВВП, индекс инфляции, денежная масса М2, экспорт, импорт, доходы населения, инвестиции, потребительские расходы и др.);

расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

**Выходными данными** являются: изменение индекса инфляции в прогнозируемом периоде в зависимости от изменения объемов расходов на ФППИ при различных сценарных условиях.

В основе методики лежит **метод сценарного прогнозирования** на основе использования динамического математического моделирования. С помощью математической модели делается прогноз изменения ВВП для различных сценарных условий. Затем сравниваются результаты расчетов по разным сценариям и анализируются получившиеся различия.

#### 2.1.2 Используемая математическая модель

Расчетным ядром методики является специализированная математическая модель, описанная выше в [разделе 1.1.2.1](#). Специфика использования модели по отношению к предыдущей методике заключается в том, что основное внимание уделяется инфляционным процессам (см. уравнение (6)), а результатом является оценка зависимости уровня инфляции от различных факторов (в том числе от государственных расходов на ФППИ). Идентификация параметров модели проводится в соответствии с процедурой, изложенной в [разделе 1.1.2.2](#).

#### 2.1.3 Порядок проведения расчетов

После идентификации параметров и настройки модели на конкретные условия она использовалась для проведения прогнозных сценарных расчетов. Процедура проведения расчетов следующая (она аналогична процедуре, описанной в [разделе 1.1.3](#)):

1) Определяется прогнозируемый период и формируется базовый расчетный сценарий на прогнозируемый период.

2) Проводятся расчеты индекса инфляции на прогнозируемый период для базового сценария. В качестве начальных условий для прогноза берутся статистические данные за последний год (в нашем случае это 2018 год).

3) Формируются параметрические расчетные сценарии на прогнозируемый период, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.

4) Проводятся расчеты индекса инфляции на прогнозируемый период для параметрических сценариев.

5) По результатам расчетов на основе их сравнения строится зависимость изменения индекса инфляции как функции изменения расходов на ФППИ. Разница в результатах расчетов отражает влияние изменения расходов на ФППИ на величину индекса инфляции.

## 2.1.4 Исходные данные для проведения расчетов

Исходными данными для проведения расчетов являются следующие:

данные макроэкономической статистики за 2001-2018 гг. (номинальный ВВП, реальный ВВП, дефлятор ВВП, индекс инфляции, денежная масса М2, экспорт, импорт, доходы населения, инвестиции, потребительские расходы и др.);

расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

В качестве источника данных по макроэкономической статистике используются базы данных Росстата (<http://www.gks.ru/>), а также базы данных Всемирного банка (<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CN?end=2016&locations=RU&start=2001&view=chart>; <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.ZS?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/FM.LBL.BMNY.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.CD.WD?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.GOV.T.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>).

В качестве источника данных по расходам на ФППИ в 2001-2018 гг. используются соответствующие директивные документы.

Параметры модели  $c$ ,  $h$ ,  $f$ ,  $k_Y$ ,  $k_H$ ,  $s_Y$ ,  $s_H$ ,  $s_p$ ,  $a$ ,  $x_Y$ ,  $x_H$ ,  $x_p$  определяются на основе процедуры идентификации, описанной в [разделе 1.1.2.2](#).

Для формирования базового расчетного сценария на 2019-2030 гг. используются данные прогноза социально-экономического развития России Министерства экономического развития РФ [145].

В параметрических расчетных сценариях на 2019-2030 гг. считается, что расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.

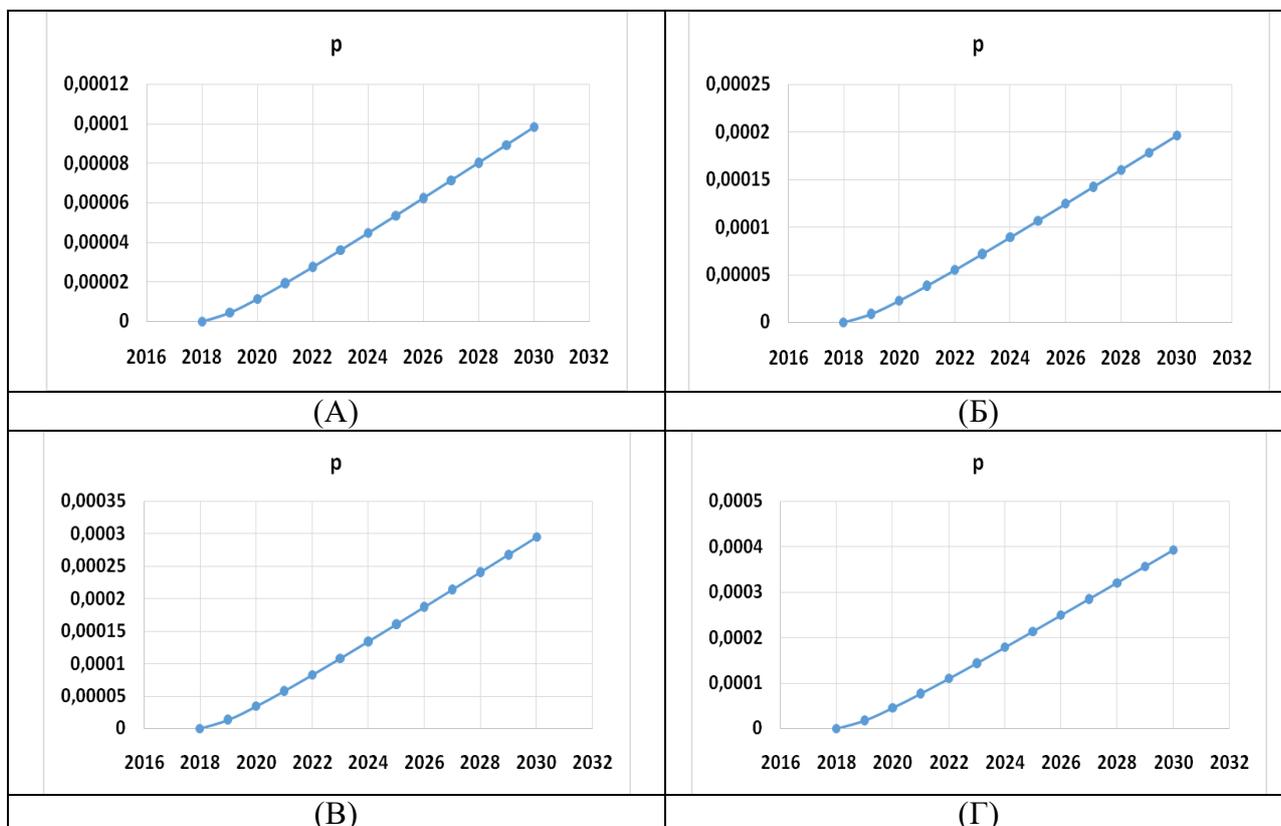
## 2.2 Результаты сценарных расчетов

При проведении расчетных оценок влияния расходов на ФППИ на инфляцию использовался алгоритм, описанный в [разделе 1.2](#): сначала проводились расчеты макроэкономических параметров на прогнозируемый период для базового сценария (см. [рис.2.3-2.5](#)), а затем проводились расчеты прогнозируемого изменения индекса цен для параметрических сценариев, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%. При этом рассматривались как *прямой*, так и *косвенный* эффекты (см. описание эффектов в [разделе 1.2](#)) влияния увеличения финансирования ФППИ на уровень цен.

Результаты оценки *прямого* эффекта влияния увеличения финансирования ФППИ на реальный ВВП с использованием высокоагрегированной макроэкономической модели следующие:

1) если дополнительное увеличение финансирования ФППИ проводится за счет уменьшения других статей расхода государственного бюджета, предназначенных для выплат бюджетникам, то в этом случае макроэкономическое моделирование показывает отсутствие какого-либо значащего эффекта в изменении уровня цен. Действительно, такое перераспределение государственных средств от одной группы граждан к другой, не влекущее за собой изменения в объеме производимой продукции, идущей на рынок, и в уровне денежного потребительского спроса, не должно влиять на уровень цен;

2) если дополнительное увеличение финансирования ФППИ проводится без уменьшения других статей расхода государственного бюджета за счет бюджетного дефицита и дополнительной эмиссии денежных средств, то это неизбежно приводит к росту уровня цен. Результаты расчетов приведены на [рисунке 2.10](#).

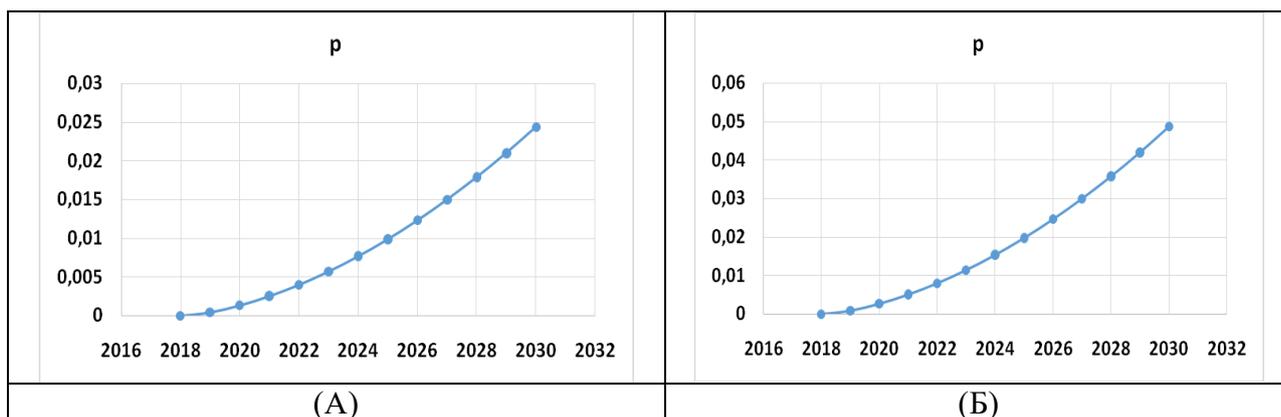


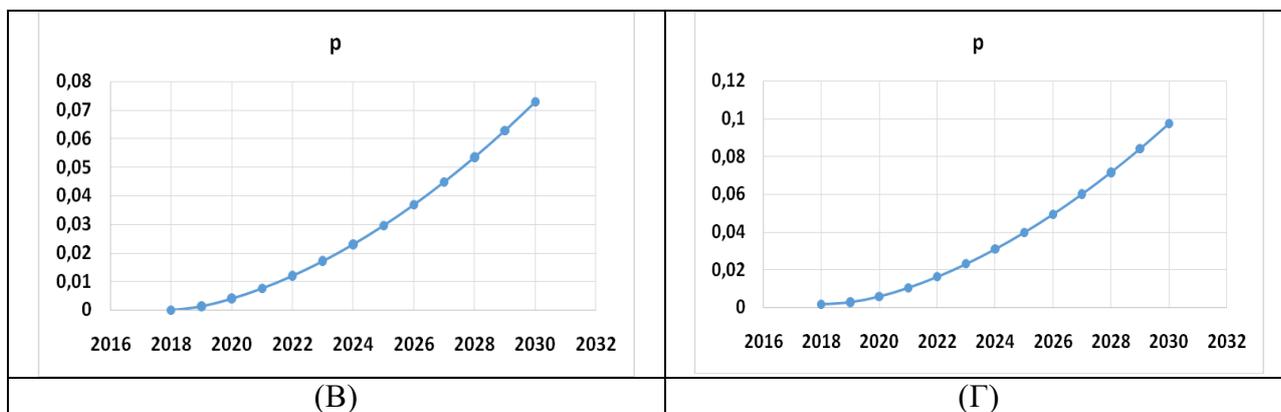
**Рисунок 2.10.** Приращение уровня цен при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию (*прямой эффект* влияния финансирования ФППИ на ВВП)

Анализ показывает, что инфляционное влияние дополнительного увеличения финансирования ФППИ весьма малое. О «малости» этого влияния свидетельствует то, что дополнительный прирост реального ВВП (в котором уже учтено влияние инфляции), как показывают расчеты (см. [рис.2.7](#)), является положительной величиной.

Результаты оценки *косвенного* эффекта влияния увеличения финансирования ФППИ на уровень цен с использованием высокоагрегированной макроэкономической модели следующие:

использование эконометрической зависимости, отражающей связь между ростом финансирования ФППИ и приростом экспорта ВВСТ (с учетом сделанных в [разделе 1.2](#) оговорок), в макроэкономическом моделировании с использованием модели (4) - (8) показывает, что увеличение финансирования ФППИ приводит к некоторому росту уровня цен. Результаты расчетов представлены на [рисунке 2.11](#).





**Рисунок 2.11.** Приращение уровня цен при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию (*косвенный эффект* влияния финансирования ФППИ на ВВП)

Анализ показывает, что инфляционное влияние *косвенного* эффекта при дополнительном увеличении финансирования ФППИ весьма малое. О «малости» этого влияния свидетельствует то, что дополнительный прирост реального ВВП (в котором уже учтено влияние инфляции), как показывают расчеты (см. [рис.2.7](#)), является положительной величиной.

### 3. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение уровня монетизации экономики

#### 3.1 Методика проведения расчетов

##### 3.1.1 Общее описание методики

**Целью** методики является количественная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение уровня монетизации экономики при различных сценарных условиях.

**Входными данными** для расчетов являются:

данные макроэкономической статистики за 2001-2018 гг. (номинальный ВВП, реальный ВВП, дефлятор ВВП, индекс инфляции, денежная масса М2, экспорт, импорт, доходы населения, инвестиции, потребительские расходы, платежный баланс, курс рубля, динамика золотовалютных резервов, валютных депозитов, фондов Правительства и др.);

расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

**Выходными данными** являются: изменение денежной массы М2 в прогнозируемом периоде в зависимости от изменения объемов расходов на ФППИ при различных сценарных условиях (включая различные варианты политики Центробанка и Минфина).

В основе методики лежит **метод сценарного прогнозирования** на основе использования динамического математического моделирования. С помощью математической модели делается прогноз изменения ВВП для различных сценарных условий. Затем сравниваются результаты расчетов по разным сценариям и анализируются получившиеся различия.

Расчетным ядром методики является специализированная математическая модель, описанная ниже.

### 3.1.2 Используемая математическая модель

#### 3.1.2.1 Описание модели

Для проведения расчетов в методике используется математическая динамическая модель, являющаяся развитием модели (4) - (8), описанной в разделе 2.1.1.2.1. Поскольку нас интересуют вопросы влияния расходов на ФППИ на макроэкономические финансовые показатели, то модель (4) - (8) должна быть конкретизирована в плане более подробного отражения денежных потоков и роли государства и денежных властей (Минфина, Центрального банка) в формировании этих потоков, в том числе путем бюджетных расходов (на основе которых формируются программы ФППИ). На рисунке 12 отражена более детальная (по сравнению с рисунком 1) схема динамики движения денежных потоков в национальной экономике в 2018 году, где учтено влияние внешнеторговых операций (прежде всего экспорта энергоносителей), а также политики Минфина и Центробанка на эти потоки.

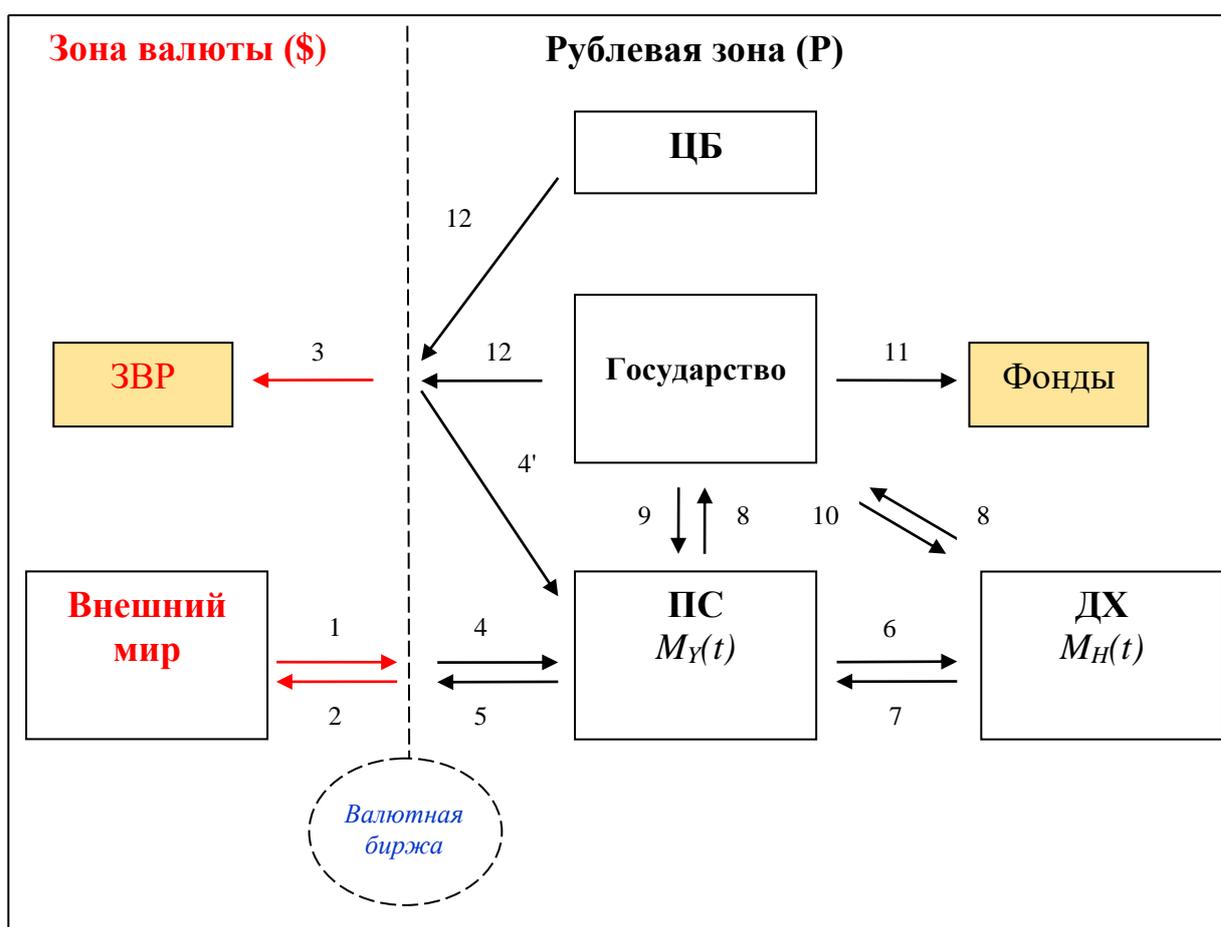


Рисунок 2.12. Обобщенная схема денежных потоков с учетом роли государства и внешнеторговых операций (стрелками обозначены потоки денег, штриховой линией – валютная граница)

Пояснения к схеме:

1) основные экономические акторы, рассматриваемые в модели: производственный сектор (ПС), домашние хозяйства (ДХ), государство (в том числе Минфин)<sup>2</sup>, центральный

<sup>2</sup> В данной версии модели общественный сектор (ОС) разделен на сектор домашних хозяйств (ДХ) и государство (Г).

банк (ЦБ), внешний мир;

2) потоки валютных средств: экспортная выручка (1), оплата импорта (2), увеличение золотовалютных резервов (ЗВР) (3);

3) потоки рублевых средств: экспортная выручка (4, 4'), доходы домашних хозяйств (6), потребление домашних хозяйств (7), налоги (8), госзакупки и субсидии (9), зарплаты бюджетникам и социальные трансферты (пенсии, стипендии и др.) (10), пополнение фондов Правительства<sup>3</sup> (11), покупка валюты и увеличение ЗВР (12).

Обобщенное описание базовых процессов на валютной границе (соответственно, на валютной бирже):

- источник притока валюты на валютную границу – валютная выручка экспортеров (экспортеры часть своей валютной выручки конвертируют в рубли для проведения рублевых операций внутри страны и выплаты налогов) и валютные кредиты. Этот приток формирует предложение валюты на валютной бирже;
- спрос на валюту на валютной бирже формируют импортеры (она нужна им для покупки импортных товаров за рубежом), а также фирмы и население, которые часть своих средств хотят хранить на валютных депозитах и в виде наличных долларов (евро). Кроме того, государство формирует денежные фонды (Резервный фонд, Фонд национального благосостояния), часть которых хранится на валютных счетах;
- в ходе торгов на валютной бирже на основе спроса и предложения на валюту<sup>4</sup> формируется текущий валютный курс рубля. Центральный банк с помощью различных инструментов (включая прямые валютные интервенции) контролирует ход торгов и влияет на формирование курса рубля. Кроме того, Центральный банк проводит закупки валюты для пополнения золотовалютных резервов (ЗВР).

Схема денежных потоков, изображенная на [рисунке 12](#), в обобщенном виде может быть описана системой дифференциальных уравнений, представленной ниже.

Динамика рублевых денежных средств  $M_Y(t)$  производственного сектора (юридических лиц):

$$\begin{aligned} \frac{dM_Y(t)}{dt} = & (\text{доходы от продажи товаров и услуг внутри страны}) - \\ & - (\text{выплаты домашним хозяйствам}) - (\text{налоги государству}) + \\ & + (\text{доходы от экспорта}) - (\text{расходы на импорт}) + \\ & + (\text{рост кредитов в рублевом выражении}). \end{aligned} \quad (10)$$

Динамика рублевых денежных средств  $M_H(t)$  домашних хозяйств (физических лиц):

$$\begin{aligned} \frac{dM_H(t)}{dt} = & (\text{доходы домашних хозяйств}) - (\text{расходы домашних хозяйств}) - \\ & - (\text{увеличение сбережений в валюте}). \end{aligned} \quad (11)$$

Динамика уровня цен  $p(t)$  (определяется в результате баланса спроса и предложения товаров и услуг на внутреннем рынке):

$$\frac{dp}{dt} = \alpha_p (\text{платежеспособный спрос} - \text{предложение товаров и услуг}). \quad (12)$$

Динамика курса доллара  $b(t)$  (определяется в результате баланса спроса на доллары и их предложения на валютном рынке с учетом влияния ЦБ):

<sup>3</sup> Резервный фонд, Фонд национального благосостояния

<sup>4</sup> Кроме перечисленных выше фундаментальных экономических процессов на спрос и предложение валюты влияют также валютные спекулянты, которые косвенно учитываются в модели.

$$\frac{db}{dt} = \alpha_b (\text{спрос на валюту} - \text{предложение валюты}). \quad (13)$$

С учетом достаточно общих допущений [135] модель (10) - (13) может быть записана в следующем виде (точка над переменной означает производную по времени):

$$\dot{M}_Y = k_H \cdot M_H - h \cdot F \cdot p \cdot (1 - key) + key \cdot F \cdot \beta \cdot b - \Delta BД_{ПС} - key \cdot F \cdot p + g_Y \cdot \Delta M2 - \Delta \Phi + \Delta K \quad (14)$$

$$\dot{M}_H = h \cdot F \cdot p \cdot (1 - key) - k_H \cdot M_H - \Delta BД_{ДХ} + gh \cdot \Delta M2 \quad (15)$$

$$\frac{\dot{p}}{p} = \alpha_p \left( \frac{k_H \cdot M_H}{(1 - key) \cdot F \cdot p - k_Y \cdot M_Y} - 1 \right) + gp \cdot \frac{\Delta M2}{M2} \quad (16)$$

$$\frac{\dot{b}}{b} = \alpha_b \left( \frac{key \cdot F \cdot p + \Delta M_S \cdot b + \Delta BД_{ПС} + \Delta BД_{ДХ} + X}{key \cdot F \cdot \beta \cdot b} - 1 \right) \quad (17)$$

где  $F$  - производственная функция (в модели принято  $F = f \cdot \left(\frac{k_Y \cdot M_Y}{p}\right)^c$ );  $\Delta BД_{ПС}$  - прирост валютных депозитов юридических лиц;  $\Delta BД_{ДХ}$  - прирост валютных депозитов физических лиц;  $F \cdot p$  - номинальный ВВП;  $K$  - кредиты юридических лиц;  $M2$  - денежная масса  $M2$ ;  $\Phi$  - фонды Правительства (Фонд национального благосостояния, Резервный фонд);  $M_S$  - золотовалютные резервы;  $key \cdot F \cdot p$  - импорт;  $key \cdot F \cdot p \cdot \beta \cdot b$  - экспорт;  $h \cdot F \cdot p \cdot (1 - key)$  - доходы домашних хозяйств;  $k_H \cdot M_H$  - расходы домашних хозяйств;  $k_H \cdot M_Y$  - инвестиции.  $X, c, f, k_H, k_Y, h, gp, \alpha_p, \alpha_b$  - параметры модели, идентифицируемые на основе сравнения результатов расчетов с рядами данных российской статистики.

### 3.1.2.2 Идентификация параметров модели

Процедура идентификации параметров модели (14) - (17) аналогична изложенной в разделе 1.1.2.2. Для калибровки модели и идентификации ее параметров использовались статистические ряды по номинальному ВВП, индексу цен (дефлятору), инвестициям, доходам населения, платежному балансу, курсу рубля, динамике золотовалютных резервов, валютных депозитов, фондов Правительства за 2001-2017 годы (статистические данные взяты из [143, 144]). На рисунке 2.13 изображен интерфейс программы, созданной для проведения расчетов по модели.

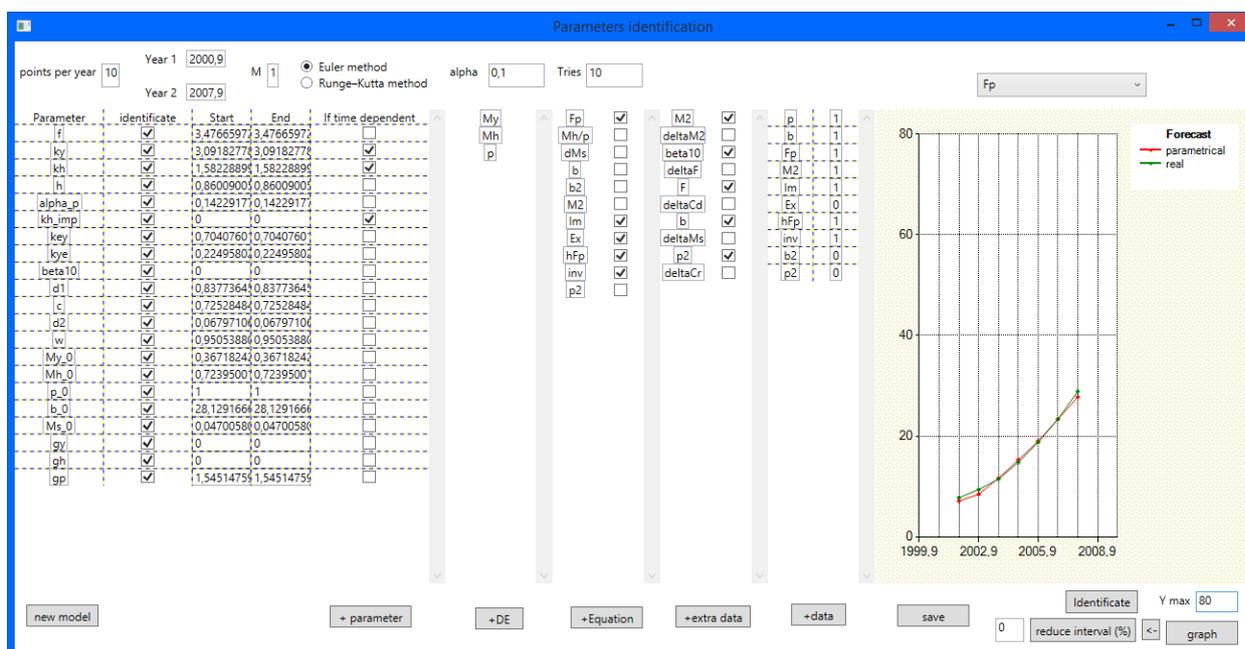


Рисунок 2.13. Интерфейс программы с результатами сравнения расчетного и реального ряда номинального ВВП

После идентификации параметров и настройки модели были проведены тестовые расчеты, связанные с различными вариантами монетарной политики (эта тема актуальна в связи с дискуссиями по поводу стратегии развития России и того, какой должна быть политика регулирования денежной массы  $M2$  в РФ, в том числе через бюджетные расходы). Результаты расчета показывают, что «заморозка» денежной массы приводит к снижению инфляции, но и к снижению реального ВВП. Целевая эмиссия в обрабатывающий сектор приводит к росту реального ВВП при умеренной инфляции.

### 3.1.3 Порядок проведения расчетов

После идентификации параметров и настройки модели на конкретные условия ее можно использовать для проведения прогнозных сценарных расчетов. Процедура проведения расчетов следующая (она аналогична процедуре, описанной в разделе 1.1.3):

- 1) Определяется прогнозируемый период и формируется базовый расчетный сценарий на прогнозируемый период.
- 2) Проводятся расчеты денежной массы  $M2$  на прогнозируемый период для базового сценария.
- 3) Формируются параметрические расчетные сценарии на прогнозируемый период, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.
- 4) Проводятся расчеты денежной массы  $M2$  на прогнозируемый период для параметрических сценариев.
- 5) По результатам расчетов на основе их сравнения строится зависимость изменения денежной массы  $M2$  как функции изменения расходов на ФППИ.

### 3.1.4 Исходные данные для проведения расчетов

Исходными данными для проведения расчетов являются следующие: данные макроэкономической статистики за 2001-2018 гг. (номинальный ВВП, реальный ВВП, дефлятор ВВП, индекс инфляции, денежная масса  $M2$ , экспорт, импорт, доходы населения, инвестиции, потребительские расходы, платежный баланс, курс рубля, динамика золотовалютных резервов, валютных депозитов, фондов Правительства и

др.);

расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

В качестве источника данных по макроэкономической статистике используются базы данных Росстата (<http://www.gks.ru/>), а также базы данных Всемирного банка (<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CN?end=2016&locations=RU&start=2001&view=chart>; <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.ZS?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/FM.LBL.BMNY.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.CD.WD?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.GOV.T.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>).

В качестве источника данных по финансовым показателям (платежный баланс, динамика курса рубля, международные резервы РФ, государственные фонды, внешний долг, объем кредитов и др.) используются базы данных Центрального банка Российской Федерации (<https://www.cbr.ru/statistics/?PrtId=svs>, [http://www.cbr.ru/hd\\_base/Default.aspx?Prtid=mrff\\_m](http://www.cbr.ru/hd_base/Default.aspx?Prtid=mrff_m), [http://www.cbr.ru/statistics/?Prtid=svs&ch=itm\\_45927#CheckedItem](http://www.cbr.ru/statistics/?Prtid=svs&ch=itm_45927#CheckedItem), [https://www.cbr.ru/statistics/?PrtId=pdko\\_sub](https://www.cbr.ru/statistics/?PrtId=pdko_sub), [https://www.cbr.ru/statistics/?PrtId=pdko\\_sub](https://www.cbr.ru/statistics/?PrtId=pdko_sub)), Всемирного банка (<https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.FCRF?end=2016&locations=RU&start=2001>), Министерства финансов РФ (<https://www.minfin.ru/ru/performance/nationalwealthfund/statistics/>, <https://www.minfin.ru/ru/performance/reservefund/statistics/volume/>, <http://old.minfin.ru/ru/stabfund/statistics/volume/>).

В качестве источника данных по расходам на ФППИ в 2001-2018 гг. используются соответствующие директивные документы.

Параметры модели  $X$ ,  $c$ ,  $f$ ,  $k_H$ ,  $k_Y$ ,  $h$ ,  $gp$ ,  $a_p$ ,  $a_b$  и др. определяются на основе процедуры идентификации, описанной в [разделе 3.1.2.2](#).

Для формирования базового расчетного сценария на 2018-2030 гг. используются данные прогноза социально-экономического развития России Министерства экономического развития РФ [145].

В параметрических расчетных сценариях на 2019-2030 гг. считается, что расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.

### 3.2 Результаты сценарных расчетов

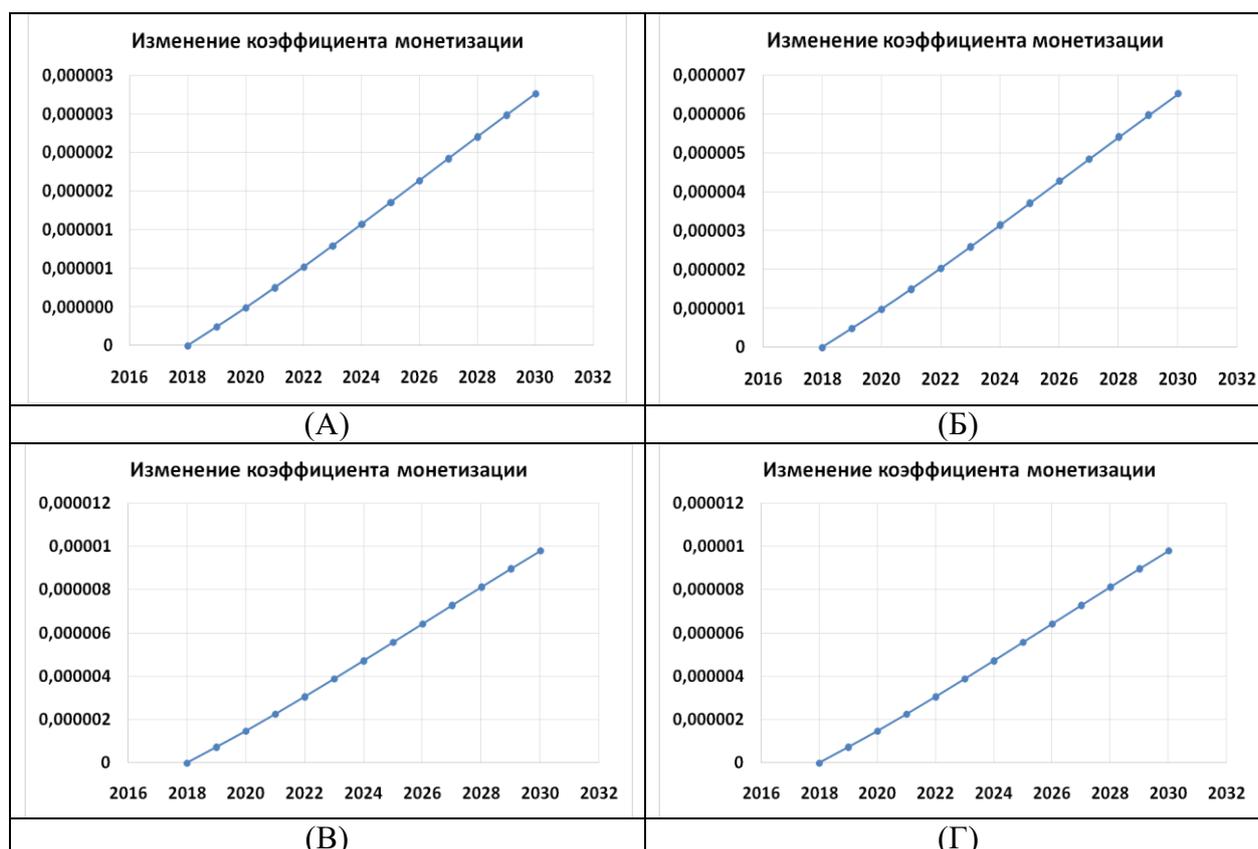
При проведении расчетных оценок влияния расходов на ФППИ на уровень монетизации экономики использовался алгоритм, описанный в [разделе 1.2](#): сначала проводились расчеты макроэкономических параметров на прогнозируемый период для базового сценария (см. [рис.2.3 – 2.5](#)), а затем проводились расчеты прогнозируемого изменения индекса цен для параметрических сценариев, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%. При этом рассматривались как *прямой*, так и *косвенный* эффекты (см. описание эффектов в [разделе 1.2](#)) влияния увеличения финансирования ФППИ на уровень цен.

Результаты оценки *прямого* эффекта влияния увеличения финансирования ФППИ на уровень монетизации экономики с использованием модели (14) - (17) следующие:

1) если дополнительное увеличение финансирования ФППИ проводится за счет уменьшения других статей расхода государственного бюджета, предназначенных для выплат бюджетникам, то в этом случае денежный агрегат М2 не изменяется (происходит лишь перераспределение денежных средств между различными группами населения). Монетизация экономики (то есть значение показателя М2/ВВП) тоже не изменяется;

2) если дополнительное увеличение финансирования ФППИ проводится без уменьшения других статей расхода государственного бюджета за счет бюджетного

дефицита и дополнительной эмиссии денежных средств, то это приводит как к росту М2, так и (как показывают расчеты, см. [раздел 1.2](#)) к некоторому росту ВВП. В результате уровень монетизация экономики изменяется. Результаты расчетов приведены на [рисунке 2.14](#).



**Рисунок 2.14.** Приращение уровня монетизации экономики при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию, в % (*прямой эффект влияния финансирования ФППИ на монетизацию*)

Видно, что хотя изменение уровня монетизации весьма незначительное, но положительное.

Результаты оценки *косвенного* эффекта влияния увеличения финансирования ФППИ на увеличение М2 следующие:

продажа ВВСТ на внешних рынках производится за доллары; попадая в страну, доллары конвертируются в рубли, увеличивая денежную массу М2. Полагая, что весь прирост экспорта ВВСТ в стоимостном выражении в конечном итоге приводит к росту М2 и используя связь между ростом финансирования ФППИ и приростом экспорта ВВСТ (с учетом сделанных в [разделе 1.2](#) замечаний), можно оценить *косвенный эффект* от увеличения финансирования ФППИ на изменение М2. Результаты расчетов представлены на [рисунке 2.15](#).

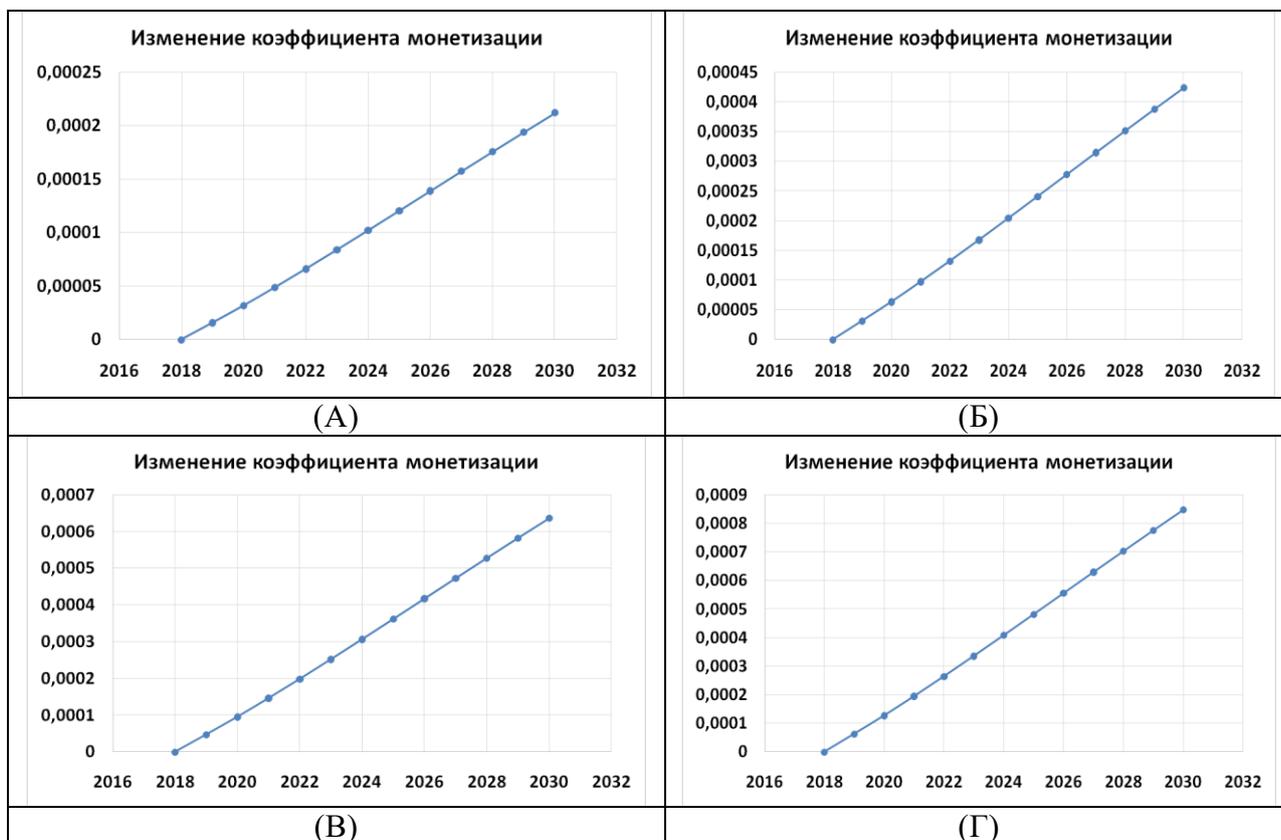


Рисунок 2.15. Приращение денежной массы  $M2$  (в %) с учетом *косвенного* эффекта при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию

Видно, что хотя изменение денежной массы  $M2$  тоже на первый взгляд весьма небольшое, но оно примерно в 100 раз превышает прирост денежной массы в результате реализации лишь *прямого* эффекта от увеличения финансирования ФППИ.

## 4. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение доходов населения

### 4.1 Методика проведения расчетов

#### 4.1.1 Общее описание методики

**Целью** методики является количественная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение доходов населения при различных сценарных условиях.

**Входными данными** для расчетов являются:

данные макроэкономической статистики за 2001-2018 гг. (номинальный ВВП, реальный ВВП, дефлятор ВВП, индекс инфляции, денежная масса  $M2$ , экспорт, импорт, численность различных социальных групп, доходы населения для различных социальных групп, структура потребления, инвестиции в несырьевых отраслях экономики, потребительские расходы и др.);

расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

**Выходными данными** являются: изменение доходов населения в прогнозируемом периоде в зависимости от изменения объемов расходов на ФППИ при различных сценарных условиях.

В основе методики лежит **метод сценарного прогнозирования** на основе использования динамического математического моделирования. С помощью математической модели делается прогноз изменения ВВП для различных сценарных условий. Затем сравниваются результаты расчетов по разным сценариям и анализируются получившиеся различия.

Расчетным ядром методики является специализированная математическая модель, описанная ниже.

## 4.1.2 Используемая математическая модель

### 4.1.2.1 Описание модели

Для проведения расчетов в методике используется математическая динамическая модель, являющаяся развитием модели (4)-(8), описанной в разделе 1.1.2.1. Поскольку нас интересует анализ динамики доходов граждан, то модель (4)-(8) должна быть конкретизирована в плане более подробного социальной структуры общества. Данная процедура проводилась с учетом работ, изложенных в [130, 136, 138, 146]. Формально в модели используется однопродуктовый подход (рассматривается единый агрегированный конечный продукт, производимый экономикой страны). При этом использование специального вида функции потребления позволяет учитывать особенности функционирования товаров разных типов и категорий. Основой модели является предположение о рыночном механизме формирования цены на потребляемый домашними хозяйствами продукт в результате установления баланса спроса и предложения.

В модели рассматривается несколько групп населения, различающихся по своему участию в экономике и, соответственно, по своим экономическим характеристикам. Это позволяет исследовать влияние социальной и экономической структуры общества (т.е. распределения его членов по доходам) на динамику развития экономики. Рассматривается динамика накоплений членов общества и цены продукта обрабатывающей промышленности, производимого и потребляемого в обществе. Предполагается, что распределение продукта обрабатывающей промышленности происходит в условиях рынка, то есть цена продукта определяется балансом между предложением и спросом. Поскольку продукт агрегированный, его количество определяется в условных единицах; одну условную единицу будем называть «одна штука» (1 шт.), как это делалось в работах [130, 136, 138, 146]. Цена на продукцию добывающей (сырьевой) отрасли формируется вне внутреннего рынка на международных биржах. По этой причине эта часть экономики рассматривается в модели косвенным образом через экзогенное задание цен на сырье и через участие работников этой отрасли в формировании внутренних цен на продукцию отечественной обрабатывающей промышленности.

Потребление продукта происходит в соответствии с функцией потребления  $Q(r)$ . Она представляет собой зависимость количества товара  $Q$  (в натуральных единицах), приобретаемого одним членом общества в единицу времени, от имеющихся денежных средств  $U$  и цены  $p$ . Важно, что функция  $Q$  не изменяется при пропорциональном изменении цены  $p$ , средств  $U$  и доходов. Это означает, что она зависит от одной переменной – покупательной способности средств  $r$ , которая равна отношению  $r=U/p$ . В модели принято условие, что потребление членов общества удовлетворяется полностью.

Функция потребления в нашей модели состоит из трех слагаемых:

$$Q(r) = Q_1(r) + Q_2(r) + Q_3(r), \text{ шт./}[(\text{ед.времени}) \cdot \text{чел.}] \quad (18)$$

Первое из них характеризует объем потребления продуктов первой необходимости (продукты питания, коммунальные платежи, транспортные расходы и т.д.) в зависимости от накоплений. Второе – потребление продуктов длительного пользования (телевизоры,

стиральные машины, в странах с высоким уровнем доходов - автомашины и т.д.). Основное отличие продуктов первой категории от второй состоит в том, что они потребляются при любой цене, отказаться от них люди не могут. Можно показать, что этому свойству соответствуют всюду выпуклые функции  $Q_1(r)$ . Продукты второй категории не являются жизненно необходимыми и при высокой цене люди отказываются от их покупки. Соответствующая кривая, таким образом, имеет порог  $r_{min}$  ( $Q_2 = 0$  при  $r < r_{min}$ ).

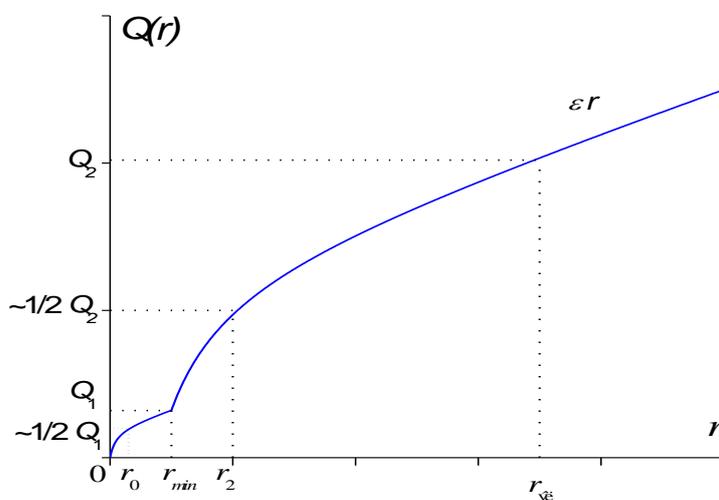
Третий член описывает плавный переход продуктов длительного пользования к элитарным товарам и делает функцию потребления ненасыщаемой. Это отражает «всевозрастающие потребности человека», т.е. свойство основной массы людей не удовлетворяться тем, что уже есть ( $Q_3(r) = 0$  при  $r < r_{min}$ ,  $Q_3(r) = \varepsilon r$  при  $r > r_{min}$ ).

Форма функции потребления  $Q\left(\frac{U}{p}\right)$  приведена на [рисунке 2.16](#) и может быть представлена в аналитическом виде

$$Q(r) = Q_1 \cdot \frac{r}{r+r_1} + \Theta(r-r_{min}) \cdot \left[ Q_2 \cdot \frac{r-r_{min}}{r-r_{min}+r_2} + \varepsilon \cdot (r-r_{min}) \right], \quad (19)$$

где  $\Theta(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ 1, & \text{при } x > 0 \end{cases}$ , а  $Q_1, Q_2, \varepsilon, r_1, r_2, r_{min}$  – параметры, выбираемые на основе

статистических данных и путем экспертной оценки.



**Рисунок 2.16.** Вид функции потребления

Объём производства потребляемого населением продукта описывается производственной функцией. Она характеризует зависимость количества производимого продукта  $F$  (в натуральных единицах), произведенного за единицу времени  $\tau$  на предприятиях одного собственника, и вложенных средств. За единицу времени принимают длительность производственного цикла (её называют временем оборота  $\tau$ ). Вложенные средства идут на погашение производственных затрат и исчисляются в денежных единицах. С ростом вложений производство продукции сначала возрастает, затем замедляет рост и выходит на насыщение, уровень которого определяется технологическими ограничениями и уровнем квалификации работников в текущий период. В базовой модели [138] выбрана простая форма производственной функции, отражающая отмеченное выше поведение:

$$F(r) = \begin{cases} \chi \cdot h \cdot (1 - g) \cdot r, & \text{при } r < r_{\max}, \\ \frac{\tau}{F_{\max}}, & \text{при } r > r_{\max} \end{cases}, \quad (20)$$

где  $F_{\max}$  - максимальное количество продукта, которое может производиться на предприятиях одного собственника в текущий период,  $h$  – доля средств собственника, идущая на оплату рабочих (на ФОТ - фонд оплаты труда),  $\chi$  – коэффициент, характеризующий прибавочный продукт (в рамках модели – характеризующий количество продукта, производимого на единицу ФОТ),  $g \ll 1$  – доля накоплений собственников, используемая ими для приобретения продуктов для личных нужд в соответствии с функцией потребления (все указанные параметры являются средними по экономике страны).

Население страны в модели разделено на 7 групп, представленных в [таблице 2](#). В ней же приведены оценки численности групп  $N_i$  (в млн человек).

**Таблица 2.** Группы населения и их оценочная численность в 2018 году

№ п./п.	Группа	Численность $N_i$ , млн чел.	Относительная численность $n_i$
1	Пенсионеры	33	0,33
2	Работники реального сектора	24	0,24
3	Бюджетники	23	0,23
4	Работники сферы услуг	12	0,12
5	Работники сырьевой сферы	3	0,03
6	Собственники предприятий («владельцы»)	5	0,05
7	«Элита»	0,3	0,003
<b>Всего</b>		<b>100</b>	–

В таблице представлены те группы, которые имеют доходы и тратят их на приобретение продукта, а также участвуют в производстве. Полное число таких людей принято равным  $N = 100$  млн. В таблице не приведены несовершеннолетние, поскольку они не имеют доходов и не участвуют лично в приобретении товаров.

Основной признак разделения на группы – характер экономической деятельности (или, что то же самое, способ получения дохода).

Группа 1 – пенсионеры. Их доходы номинированы в рублях и постоянны в соответствии с законом.

Группа 2 – рабочие и служащие реального сектора. Их доходы в рамках модели составляют определенную часть оборотных средств и номинированы в штуках продукта. В стабильных условиях, когда цена продукта  $p$  постоянна (ценовая инфляция отсутствует) номинация дохода в штуках и рублях не имеет разницы. При изменении цены  $p$  то, в каких единица номинированы доходы рабочих, становится существенным.

Группа 3 – бюджетники. Их доходы номинированы в рублях, они определяются штатным расписанием и постоянны. В эту группу входят: чиновники, военнослужащие, работники в сферах образования, науки и медицины. Их доходы выше, чем у пенсионеров, но дисперсии доходов подгрупп очень велики.

Группа 4 – работники в сфере услуг. Их доходы, так же как и в группе 2, зависят от оборотных средств соответствующих предприятий и номинированы в штуках. В среднем (в пределах погрешности оценки) их доходы равны доходам второй группы.

Группа 5 – работники сырьевых предприятий. Их зарплата выплачивается в рублях (в соответствии с запретом использования иной валюты как платежного средства внутри

России). Величина ее зависит от состояния предприятий. Как упоминалось ранее, сырьевые отрасли в модели не рассматриваются. Однако, их работники потребляют продукцию на внутреннем рынке России, что необходимо учесть в модели.

Группа 6 – условно именуется «владельцы». В нее входят собственники предприятий всех масштабов (мелких, средних, крупных), как обрабатывающей промышленности, так и сферы услуг. Также в нее включены топ-менеджеры средних и крупных предприятий. Как правило, они являются совладельцами предприятий, т.е. имеют весомый пакет акций. Они объединены в одну группу по принципу получения доходов. Доходы собственников определяются прибылью от продажи произведенного продукта. Расходы собственников связаны с удовлетворением собственных нужд и поддержанием производства. Чтобы учесть это, введен дополнительный параметр  $g$  – доля накоплений, направляемая собственниками на удовлетворение потребностей. Таким образом, средства, направляемые в производство, равны  $r_6 \cdot (1-g)$ .

Группа 7 – «элита». Эта группа выделена по признаку величины личных доходов и накоплений. В нее входят высшие чиновники, владельцы крупных предприятий (в т.ч. сырьевых), банков и «олигархи». Накопления в этой группе находятся в интервале от десятков миллионов до миллиардов рублей и выше. В столь же широком диапазоне распределены и их доходы.

Динамика накоплений членов групп определяется балансом между их доходами и расходами, а цена – балансом спроса и предложения. Ниже выписаны соответствующие уравнения базовой модели.

$$\frac{dU_1}{dt} = \bar{P}_1 - p \cdot Q(r_1) \quad (21)$$

$$\frac{dU_2}{dt} = p \cdot [(1 - k_0) \cdot P_2 - Q(r_2)] \quad (22)$$

$$\frac{dU_3}{dt} = (1 - k_0) \cdot \bar{P}_3 - p \cdot Q(r_3) \quad (23)$$

$$\frac{dU_4}{dt} = p \cdot [(1 - k_0) \cdot P_4 - Q(r_4)] \quad (24)$$

$$\frac{dU_5}{dt} = (1 - k_0) \cdot \bar{P}_5 - p \cdot Q(r_5) \quad (25)$$

$$\frac{dU_6}{dt} = p \left\{ \frac{1}{N_6} \cdot \sum_{i=1}^5 N_i \cdot Q(r_i) - (1 - \mu) F(r_6) \right\} \quad (26)$$

$$\frac{dp}{dt} = \gamma \left\{ \sum_{i=1}^5 n_i \cdot Q(r_i) + n_6 \cdot Q(g \cdot r_6) - n_6 \cdot F(r_6) \right\}; \quad (27)$$

где  $(1-\mu)$  – коэффициент, характеризующий производственные, организационные и другие затраты (оплата сырья, налогов, тарифов и т.п.); параметр  $\gamma$  задаёт относительную скорость установления цены и накоплений;  $\bar{P}_1$ ,  $\bar{P}_3$ ,  $\bar{P}_5$  – зарплаты первой, третьей и пятой групп населения, выплачиваемые в рублях (данные берутся из статистики); зарплаты второй и четвертой групп населения в базовой модели вычисляются по формуле:

$$P_2 = P_4 = \frac{n_6}{n_2 + n_4} \cdot \frac{1}{\tau} \cdot h \cdot (1 - g) \cdot r_6. \quad (28)$$

В модели учтено, что собственники потребляют собственный продукт, поэтому расход на него и доход от его продажи компенсируют друг друга, т.е. в баланс расходов и доходов собственников (уравнение (26)) их собственное потребление не входит.

Специальное уравнение для динамики накоплений «элиты» в базовой модели

отсутствует. Оценка накоплений «элиты» проводится косвенным образом с использованием ряда дополнительных гипотез [138].

В работах [130, 136, 138] система (19)-(28) в основном использовалась для анализа стационарных состояний общества. (Для решения этой задачи правые части уравнений (21)-(27) приравняются нулю, соответственно, дифференциальные уравнения преобразуются в алгебраические, решение которых позволяет определить параметры стационарных состояний.) Кроме того, исследовались переходы между этими состояниями. Данная модель была модифицирована с тем, чтобы она могла описывать динамические социально-экономические процессы и влияние на них изменений в бюджетной политике (в том числе изменений финансирования ФППИ) [146]. При этом учитывалось, что производственная функция (20) отражает не весь ВВП, а лишь его часть - объем продукции конечного потребления. Соответственно, расчетный номинальный ВВП оценивался по формуле:

$$ВВП = F \cdot p \cdot \alpha \cdot N_6, \quad \text{где } \alpha > 1. \quad (29)$$

Допустимость использования соотношения (29) подтверждается данными статистики, в соответствии с которой изменение доли производства продукции конечного потребления в ВВП на протяжении последних двадцати лет были весьма незначительными.

Кроме того, в уравнении для производственной функции (20) было снято ограничение на максимальную величину производимого продукта ( $F_{\max}$ ), которое справедливо в краткосрочном периоде, но не справедливо в долгосрочном периоде.

Также в долгосрочном периоде происходит существенное изменение денежной массы  $M_2$  в силу денежной эмиссии, производимой банковской системой страны. Это, с одной стороны, увеличивает номинальную прибыль «владельцев», но, с другой стороны, способствует росту инфляции. Для учета этих процессов уравнения (26) и (27) базовой модели в имитационной модели были преобразованы к виду:

$$\frac{dU_6}{dt} = p \left\{ \frac{1}{N_6} \cdot \sum_{i=1}^5 N_i \cdot Q(r_i) - (1 - \mu) F(r_6) \right\} + s_1 \frac{\Delta M(t)}{N} \quad (30)$$

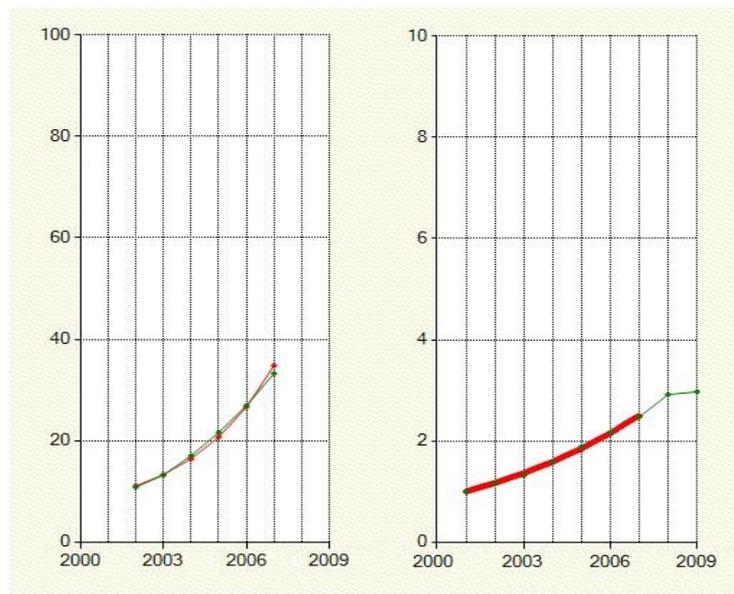
$$\frac{dp}{dt} = \gamma \left\{ \sum_{i=1}^5 n_i \cdot Q(r_i) + n_6 \cdot Q(g \cdot r_6) - n_6 \cdot F(r_6) \right\} + s_2 \frac{\Delta M(t)}{M(t)} \quad (31)$$

где  $s_1, s_2$  – параметры, определяемые в процессе процедуры идентификации;  $\Delta M(t)$  – прирост денежной массы  $M_2$  в единицу времени;  $M(t)$  – текущее значение денежной массы  $M_2$ .

#### 4.1.2.2 Идентификация параметров модели

В процедуре идентификации параметров модели использовались эмпирические ряды значений номинального ВВП и дефлятора ВВП. Строилась квадратичная функция невязок, которая представляет собой суммарное отклонение расчетных рядов номинального ВВП и дефлятора ВВП от их эмпирических рядов на заданном временном интервале. Затем подбирались значения параметров, при которых функция невязок оказывалась минимальной.

Процедура идентификации параметров имитационной модели осуществлялась поэтапно. Сначала определялись параметры имитационной модели на докризисном интервале (2001-2007 годы). Сопоставление эмпирических и расчетных рядов, полученных с использованием идентифицированных параметров для периода 2001-2007 гг., приведено на рисунке 2.17.



**Рисунок 2.17.** Сопоставление эмпирических (точки) и расчетных (слошная линия) рядов для номинального ВВП (левый график) и дефлятора ВВП (правый график) для периода 2001-2007 гг., в относительных единицах

Далее рассматривался кризисный и посткризисный период (2008-2018 годы). Считалось, что кризис привел к изменению параметров  $\alpha$ ,  $h$ ,  $s_1$  и  $s_2$ , идентификация которых проводилась не для всего периода в целом, а для каждого года отдельно. В результате были определены параметры модели для всего периода с 2001 по 2018 гг.

### 4.1.3 Порядок проведения расчетов

После идентификации параметров и настройки модели на конкретные условия она используется для проведения прогнозных сценарных расчетов. Процедура проведения расчетов следующая (она аналогична процедуре, описанной в [разделе 1.1.3](#)):

1) Определяется прогнозируемый период и формируется базовый расчетный сценарий на прогнозируемый период.

2) Проводятся расчеты доходов населения на прогнозируемый период для базового сценария.

3) Формируются параметрические расчетные сценарии на прогнозируемый период, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.

4) Проводятся расчеты доходов населения на прогнозируемый период для параметрических сценариев.

5) По результатам расчетов на основе их сравнения строится зависимость изменения доходов населения как функции изменения расходов на ФППИ.

### 4.1.4 Исходные данные для проведения расчетов

Исходными данными для проведения расчетов являются следующие:

данные макроэкономической статистики за 2001-2018 гг. (номинальный ВВП, реальный ВВП, дефлятор ВВП, индекс инфляции, денежная масса  $M_2$ , экспорт, импорт, численность различных социальных групп, доходы населения для различных социальных групп, структура потребления, инвестиции в несырьевых отраслях экономики, потребительские расходы и др.);

расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

В качестве источника данных по макроэкономической статистике используются базы данных Росстата (<http://www.gks.ru/>), а также базы данных Всемирного банка (<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CN?end=2016&locations=RU&start=2001&view=chart>; <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.ZS?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/FM.LBL.BMNY.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.EXP.GNFS.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.IMP.GNFS.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.GDI.TOTL.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.CD.WD?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.GOV.T.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>; <https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.CN?end=2016&locations=RU&start=2001>).

В качестве источника данных по социальным показателям (численность социальных групп населения, заработные платы работников различных отраслей народного хозяйства и др.) используются базы данных Росстата ([http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/population/urov/urov\\_p2.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/population/urov/urov_p2.htm), [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour\\_costs/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_costs/#)), Межгосударственного статистического комитета СНГ ([http://www.cisstat.com/rus/macro/3-pens\\_razmer\\_pensii%202000-2015.pdf](http://www.cisstat.com/rus/macro/3-pens_razmer_pensii%202000-2015.pdf)).

В качестве источника данных по расходам на ФППИ в 2001-2018 гг. используются соответствующие директивные документы.

Параметры модели  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $h$ ,  $f$ ,  $\chi$ ,  $\mu$ ,  $r_i$  и др. определяются на основе процедуры идентификации, описанной в разделе 4.1.2.2.

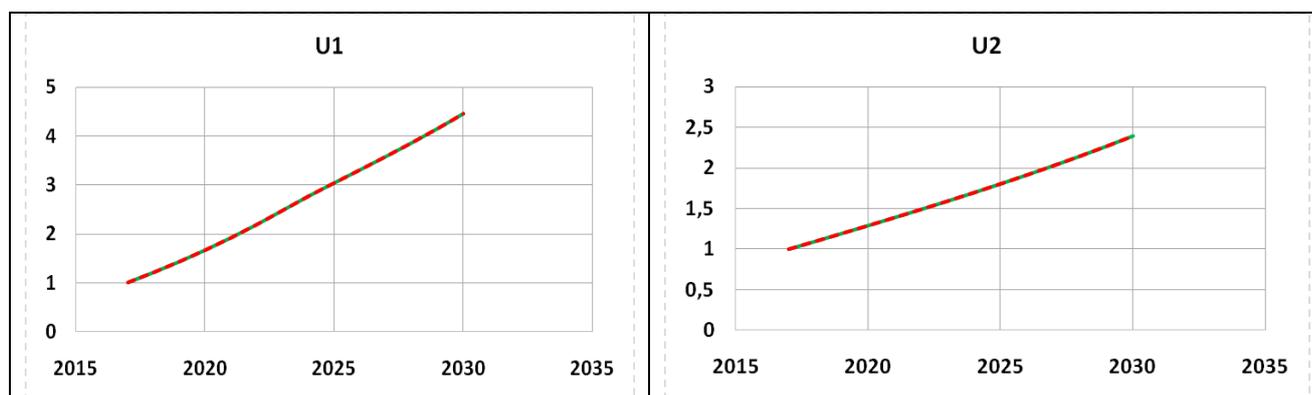
Параметры модели  $\varepsilon$ ,  $n_i$ ,  $g$ ,  $\tau$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $r_{min}$  определяются на основе экспертных процедур с использованием статистических данных.

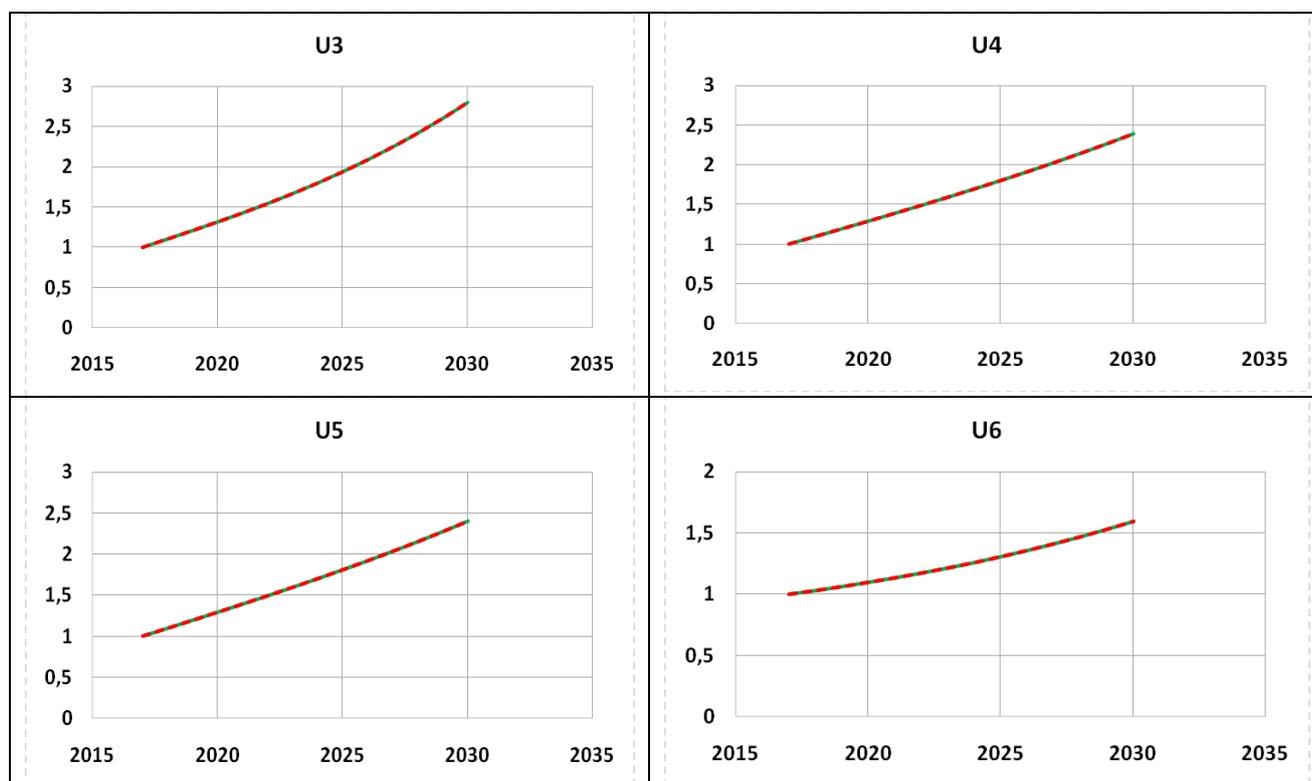
Для формирования базового расчетного сценария на 2018-2030 гг. используются данные прогноза социально-экономического развития России Министерства экономического развития РФ [145].

В параметрических расчетных сценариях на 2019-2030 гг. считается, что расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.

## 4.2 Результаты сценарных расчетов

При проведении расчетных оценок влияния расходов на ФППИ на доходы населения использовался алгоритм, описанный в разделе 1.2. Сначала проводились расчеты макроэкономических параметров на прогнозируемый период для базового сценария (базовый сценарий описан в разделе 1.2). На рисунке 2.18 представлены результаты расчета по модели (19) – (31) прогнозной динамики удельных денежных накоплений в различных группах населения в период до 2030 года в соответствии с базовым сценарием.





**Рисунок 2.18.** Расчет относительной динамики номинальных денежных накоплений в социальных группах №1 - 6 в период до 2030 года по отношению к их накоплениям в 2017 (базовый сценарий)

При этом модель показывает, что удельные номинальные накопления в социальных группах 2, 4 и 5 примерно одинаковы. По сравнению с этими группами в группе 3 (бюджетники) накопления меньше примерно на одну треть, в группе 1 (пенсионеры) накопления меньше примерно в три раза, а в группе 6 («владельцы») накопления больше примерно в сто раз.

Затем проводились расчеты прогнозируемых доходов и накоплений населения для параметрических сценариев, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%. При этом рассматривался только *прямой* эффект (см. описание эффектов в [разделе 2.1.2](#)) влияния увеличения финансирования ФППИ на доходы населения, поскольку модель (19) – (31) не позволяет рассчитать *косвенный* эффект, так как описывает не всю экономику, а лишь ее часть – только обрабатывающие отрасли, а также население страны за исключением «элиты».

Результаты оценки *прямого* эффекта влияния увеличения финансирования ФППИ на денежные накопления населения с использованием модели (19) – (31) следующие:

1) если дополнительное увеличение финансирования ФППИ проводится за счет уменьшения других статей расхода государственного бюджета, предназначенных для выплат бюджетникам, то в этом случае макроэкономическое моделирование показывает отсутствие какого-либо значащего эффекта в изменении доходов и накоплений населения по рассматриваемым социальным группам;

2) если дополнительное увеличение финансирования ФППИ проводится без уменьшения других статей расхода государственного бюджета за счет бюджетного дефицита и дополнительной эмиссии денежных средств, направляемой в группу 3, то это приводит к некоторым изменениям структуры доходов и накоплений. При этом данные изменения весьма малые. Результаты расчетов приведены в [таблице 3](#).

Таблица 3. Относительное приращение денежных накоплений населения по социальным группам №1-6 к 2030 году в результате увеличения финансирования ФППИ 15, 30, 45 и 60% по сравнению с базовым сценарием

	ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию к 2030 году на			
	15%	30%	45%	60%
$\Delta U_1$	$1,13 \cdot 10^{-7}$	$2,26 \cdot 10^{-7}$	$3,38 \cdot 10^{-7}$	$4,51 \cdot 10^{-7}$
$\Delta U_2$	$1,39 \cdot 10^{-7}$	$2,78 \cdot 10^{-7}$	$4,17 \cdot 10^{-7}$	$5,56 \cdot 10^{-7}$
$\Delta U_3$	$6,73 \cdot 10^{-5}$	0,000135	0,000202	0,000269
$\Delta U_4$	$1,39 \cdot 10^{-7}$	$2,78 \cdot 10^{-7}$	$4,17 \cdot 10^{-7}$	$5,56 \cdot 10^{-7}$
$\Delta U_5$	$1,39 \cdot 10^{-7}$	$2,78 \cdot 10^{-7}$	$4,17 \cdot 10^{-7}$	$5,56 \cdot 10^{-7}$
$\Delta U_6$	$6,05 \cdot 10^{-7}$	$12,1 \cdot 10^{-7}$	$18,2 \cdot 10^{-7}$	$24,2 \cdot 10^{-7}$

Видно, что изменения накоплений во всех группах хоть и малые, но положительные, то есть деньги постепенно «растекаются» по всем группам населения, но при этом наибольшие положительные изменения наблюдаются у бюджетников. В целом эффект малозначим и на изменение экономической структуры общества не влияет.

## 5. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение уровня человеческого капитала

### 5.1 Методика проведения расчетов

#### 5.1.1 Общее описание методики

**Целью** методики является количественная оценка влияния расходов на ФППИ на изменение уровня человеческого капитала при различных сценарных условиях.

**Входными данными** для расчетов являются:

данные макроэкономической статистики за 2001-2018 гг. (демографические показатели по различным возрастным группам населения, данные по государственным социальным программам, данные по инвестициям в различные сферы ЧК для разных возрастных групп населения, оценки амортизации различных сфер ЧК для разных групп населения и др.);

индекс ИЧР по методике ООН;

расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

**Выходными данными** являются: изменение уровня человеческого капитала в прогнозируемом периоде в зависимости от изменения объемов расходов на ФППИ при различных сценарных условиях.

В основе методики лежит **метод сценарного прогнозирования** на основе использования динамического математического моделирования. С помощью математической модели делается прогноз изменения ВВП для различных сценарных условий. Затем сравниваются результаты расчетов по разным сценариям и анализируются получившиеся различия.

Расчетным ядром методики является специализированная математическая модель, описанная ниже.

## 5.1.2 Используемая математическая модель

### 5.1.2.1 Описание модели

В методике используется специально разработанная математическая модель, предназначенная для оценки влияния на динамику человеческого капитала различных мер государственной политики, в том числе в сфере науки (включая развитие ФППИ).

Изучение человеческого капитала (ЧК) – сравнительно молодое научное направление, общепринятого подхода к измерению ЧК еще не выработано. Существует несколько подходов к измерению ЧК. Так, изначально большинство исследователей придерживались стоимостного подхода к оценке человеческого капитала (см., например, [147-149] и др.). Во всех данных работах представлены способы оценки человеческого капитала по текущим показателям, что исключает возможность не эконометрических прогнозов.

Среди стоимостных подходов можно выделить два основных: по доходам и по инвестициям.

Широкое распространение получил метод измерения ЧК по доходам. Например, этот метод используется в ОЭСР для сравнительного анализа национального ЧК стран и прогнозирования их дальнейшего развития [150]. Данный подход позволяет оценить вклад человека в экономику в зависимости от его уровня образования, основываясь на его заработной плате. На основании данных национальных статистик высчитывается, какую надбавку к заработной плате (напрямую или опосредованно, занимая более высокие должности), получает человек, достигший определенного уровня образования.

Наряду с этим существует метод оценки стоимости национального человеческого капитала по инвестициям. В качестве инвестиций различными авторами рассматриваются индивидуальные вложения в обучение или предполагаемый доход в будущем [151]. Учитывая, что этот метод основан на опосредованной оценке стоимостного запаса человеческого капитала, представляется сложным оценить зависимость между инвестициями и дальнейшим использованием человеческого капитала [152].

Ряд исследователей предлагают более абстрактные математические методы оценки уровня человеческого капитала [153]. В данных работах представлены методы, основанные на различных подходах к самому понятию человеческого капитала. Авторы предлагают весьма обоснованные подходы, но в них упускается элемент демографических изменений, которые необходимо учитывать при прогнозировании состояния человеческого капитала в средне- и долгосрочной перспективах.

Наконец, сегодня используются нестоимостные методы оценки человеческого капитала, среди которых необходимо выделить индексы. На сегодняшний день, пожалуй, самым известным косвенным показателем уровня ЧК, является «Индекс человеческого развития» (ИЧР, англ: Human Development Index) (до 2013 года - «Индекс развития человеческого потенциала» (ИРЧП)), разработанный в 1990 г. под эгидой Программы развития ООН группой экспертов во главе с Махбубом-уль-Хаком, экономистом из Пакистана. Он в свою очередь положил в основу индекса разработки Амартии Сена [154]. Индекс рассчитывается ежегодно специалистами программы развития ООН и независимыми экспертами по данным, предоставленным международными организациями [155]. Изначально индекс был объединением трех субиндексов, характеризующих качество образования (EducationIndex, EI), качество здравоохранения (LifeExpectancyIndex, LEI) и средний доход на душу населения (IncomeIndex, I) (см. рисунок 2.19). Сам индекс с 2010 года рассчитывается как кубический корень из произведения трех указанных субиндексов [156].

$$ИЧР = \sqrt[3]{LEI \cdot EI \cdot II}$$

(32)

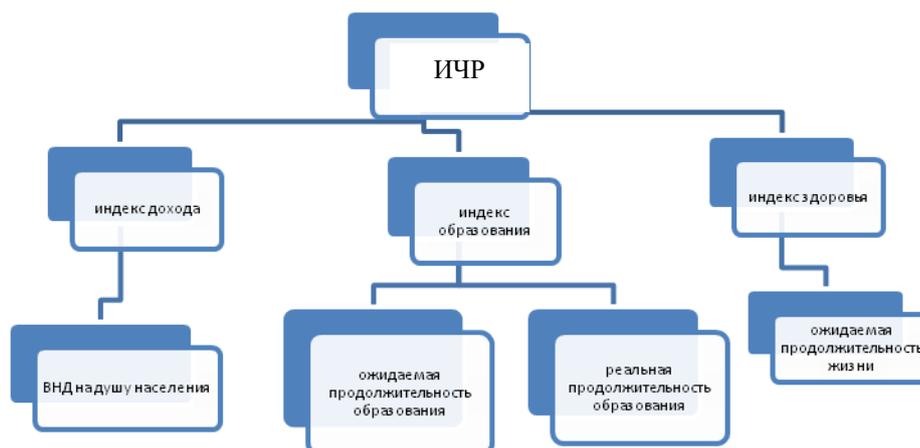


Рисунок 2.19. Структура индекса ИЧР

Данный индекс в настоящее время является наиболее распространенным критерием оценки человеческого капитала. Он имеет немало достоинств, среди которых:

а) доступность и единообразие необходимых данных (требуемые для расчета индекса показатели доступны практически во всех странах и централизованно проверяются подразделениями ООН);

б) как следствие, возможность расчета ИЧР для широкого ряда стран (на сегодняшний день их более 180);

в) индекс действительно отображает важные для развития ЧК стороны жизни.

Тем не менее, существует и ряд недостатков ИЧР, в частности:

а) субиндекс *средний доход на душу населения* (Income Index) не отображает действительных доходов населения, так как не учтен коэффициент перераспределения доходов. Кроме того, усредненный доход уже косвенно учитывается в остальных 2 показателях. Действительно, человек не может тратить 10, а то и 20 лет своей жизни на образование, если у него нет достаточных для жизни доходов; аналогично и продолжительность жизни в наше время во многом зависит от системы здравоохранения, которая в свою очередь зависит от государственного и частного финансирования [157]. То есть, по существу имеет место «двойной счет» денежного фактора, что дает заведомое преимущество экономически развитым странам при оценке ЧК;

б) индекс учитывает количественные, но не качественные характеристики ЧК.

Кроме того, ряд исследователей называет в качестве недостатка индексов (типа ИЧР) тот факт, что данные, применяемые в индексах, дают ежегодный срез общего ЧК, при этом не учитывается ни доля «задействованного» ЧК, то есть, капитала, которым обладает именно экономически активное население, ни процессы, которые влияют на его изменение (определяется только индикатор, но не влияющие факторы). Так, Ли, Гибсон и Оксли отмечают, что важным элементом измерения ЧК с целью прогноза является подход к нему как к потоку, а не запасу. Иными словами, человеческий капитал можно представить как разность инвестиций и амортизации, по аналогии с физическим капиталом [158]. В этой парадигме ЧК рассматривается как поток, а не как запас, и такое представление удобнее для прогнозирования, потому что отражает процессы, формирующие ЧК, а не только его текущее состояние.

В экономической теории процессы описываются дифференциальными уравнениями. Так, в модели Мэнкью-Ромера-Вейла человеческий капитал выступает как производственный фактор и процесс его накопления аналогичен накоплению физического

капитала, определяемому по формуле:

$$\frac{dK}{dt} = I_K - D_K, \quad (33)$$

где  $K$  – физический капитал,  $I_K$  – инвестиции в физический капитал,  $D_K$  – амортизация физического капитала.

Однако использование формулы типа (33) для описания динамики ЧК сталкивается с определенными трудностями. Если количественная оценка инвестиций в ЧК не вызывает особых проблем (по крайней мере, в методологическом плане), то с оценкой амортизации ЧК ситуация более сложная. Д.Кендрик в 1976 году предложил понятие амортизации ЧК в рамках стоимостного подхода к измерению ЧК. В этом подходе амортизация определяется как доля инвестиций в ЧК, не давшая прибыли. При этом и инвестиции, и амортизация считаются исключительно в денежном выражении. При этом, описанный подход к амортизации человеческого капитала основан на парадигме измерения ЧК по доходам и не учитывает такие составляющие человеческого капитала как здоровье или культуру, в то время как эти составляющие имеют важное значение в развитии ЧК [159].

Модель оценки динамики ЧК, учитывающая образование, здоровье и культуру, была предложена И.Г.Русяком [160]. Он предложил определять индивидуальный человеческий капитал как сумму трех компонентов:

$$h(t, \tau) = a_1 h_1(t, \tau) + a_2 h_2(t, \tau) + a_3 h_3(t, \tau), \quad (34)$$

где  $h$  – человеческий капитал (измеряется в денежных единицах);  $h_i$  – компоненты ЧК:  $h_1$  – образовательная составляющая,  $h_2$  – составляющая здоровья,  $h_3$  – культурная или духовная составляющая человеческого капитала;  $a_{1,2,3}$  – весовые коэффициенты соответствующих слагаемых;  $\tau$  – возраст;  $t$  – время.

Далее для каждой компоненты И.Г.Русяк определяет закономерности накопления амортизации. Он показывает, что во всех трех сферах вид амортизационной кривой зависит не от времени, в котором живет человек, а от его возраста. Так, И.Г.Русяк утверждает, что амортизация капитала образования растет в экспоненциальной зависимости ввиду того, что с возрастом человек получает сравнительно меньше новых знаний, одновременно забывая то, что он усвоил в более ранние периоды жизни. Кроме того, в современных условиях знания и, главное, навыки, быстро устаревают, и даже те умения, которыми человек обладает, оказываются невостребованными, если он их постоянно не обновляет. При этом, чем старше человек, тем сложнее ему сориентироваться в меняющемся мире.

Аналогично рассматривается амортизация капитала здоровья. Начиная с определенного возраста, человек начинает все чаще болеть, из-за чего ограничивается его полноценное участие в экономической жизни.

В отличие от первых двух составляющих, культурный капитал, по мнению И.Г.Русяка, вообще не подлежит износу, поэтому амортизацию культурной составляющей ЧК он полагает постоянной и равной нулю.

Достоинством модели является то, что она делает возможным анализ динамики отдельных составляющих ЧК и позволяет проводить оценку вклада различных поколений в национальный ЧК в различные периоды времени.

### ***Измерение национального человеческого капитала в контексте демографической динамики***

Как показывает приведенный выше анализ, несмотря на большое количество исследований, посвященных оценке ЧК, существующие методики имеют специализированный характер, ограничивающий область их применения. Важной задачей

государственного управления, актуальность которой повысилась в связи с принятием в 2014 году Федерального закона № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», является задача оценки эффективности государственной политики в области повышения человеческого капитала в России. Эта задача чрезвычайно важна в связи с тем, что в настоящее время в России существуют серьезные демографические проблемы. Убыль населения может быть восполнена только за счет повышения качественных характеристик населения страны, а именно за счет повышения ЧК. При этом необходим детальный учет демографической структуры населения в связи с резкой ее неоднородностью, явившейся следствием «демографической ямы» девяностых годов.

В связи с этим целесообразна разработка математической модели для измерения человеческого капитала, учитывающей изменения в демографической структуре общества, а также процессы инвестирования в ЧК и амортизации отдельных его составляющих. Это позволит делать прогнозы и решать оптимизационные задачи как в масштабах страны, так и в масштабах отдельных регионов. В частности, этот подход важен для решения задач стратегического планирования в рамках реализации закона №172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».

В настоящее время не существует полной и всеми признанной терминологии в отношении человеческого капитала, поэтому целесообразно определить ключевые понятия. Далее будут использоваться следующие термины:

- Национальный человеческий капитал (НЧК) – накопленный запас знаний, здоровья, навыков, опыта, культуры, который используется экономически активным населением, в том числе, для получения дохода;
- Национальный человеческий потенциал (НЧП) – накопленный запас знаний, здоровья, навыков, опыта, культуры, который может использоваться населением для получения дохода (НЧК + ЧК экономически неактивных возрастных групп);
- Индивидуальный человеческий капитал – используемый и неиспользуемый ЧК индивида (в среднем по стране или по региону);
- Образовательная сфера ЧК – навыки и знания, полученные индивидом в процессе обучения, повышения квалификации и т.п.;
- Сфера здоровья ЧК – физические возможности человека реализовывать себя в любой выбранной им сфере деятельности;
- Сфера культуры ЧК – знания, навыки и умения человека, напрямую не связанные с получением дохода, но при этом формирующие его мировоззрение и стимулирующие к полноценной (в том числе и экономической) деятельности.

Основная цель разработанной модели заключается в оценке динамики изменения показателей ЧК в зависимости от проводимой государственной политики. Поэтому основное внимание уделялось относительным (а не абсолютным) значениям величин, характеризующим ЧК, с учетом инвестиций в отдельные его компоненты и процессов амортизации ЧК, применительно к различным демографическим стратам населения. Теоретическое обоснование модели изложено в [161, 162], она строилась по аналогии с подходом, предложенным И.Г.Русяком, на основе описания динамики инвестиций и амортизации основных компонентов ЧК: образование, здоровье, культура.

### ***Инвестиции в национальный человеческий капитал***

При построении модели определялись инвестиции в различные компоненты ЧК для различных возрастных групп населения. Рассматривались 15-летние возрастные когорты: 0-14 лет, 15-30 лет, 31-45 лет, 45-60 лет, 60+ лет. В качестве экономически активного рассматривалось население в возрасте от 15 (получение паспорта и возможность устроиться на работу) до 60 (выход на пенсию для мужчин в РФ) лет.

Для первой возрастной группы – детей от 0 до 14 лет, когда закладывается база

человеческого капитала по всем трем сферам, выделены следующие показатели «внешних» (в первую очередь государственных) инвестиций в ЧК: условия для получения качественного дошкольного и школьного образования, когда одним из количественных критериев является обеспеченность населения работниками этих сфер; своевременная медицинская помощь, но главное, занятия спортом и укрепление здоровья (обеспеченность медицинским персоналом и местами в больницах и развитие спорта среди детей); приобщение детей к культуре и ценностям данной страны, что в данном возрасте, как правило, связано с общением и участием в неформальных объединениях соответствующей направленности.

Для второй возрастной когорты – молодежи от 15 до 29 лет характерны очень интенсивные инвестиции в собственное образование. Именно в это время, как правило, человек принимает решение о том, в какой профессиональной деятельности он будет себя реализовывать в жизни, и проходит специализированную подготовку. Такая подготовка значительно уже, чем подготовка на начальном жизненном этапе. В отношении здоровья для этой когорты также характерны интенсивные занятия спортом. При этом, как правило, необходимость медицинских услуг снижается, но возможность оказания медицинской помощи остается важным критерием. В то же время продолжается и оформляется восприятие мира и своего места в нем, формируются ценностные ориентиры. Этот процесс уже происходит не только в группах, но и индивидуально (человек читает книги, соотносит сюжеты художественных произведений с окружающим его миром).

Третья (от 30 до 44 лет) и четвертая (от 45 до 60 лет) когорты схожи по структуре инвестиций в человеческий капитал. В указанные годы человек активно реализует накопленные знания, приобретая при этом новый опыт и поддерживая, и обновляя свои знания в сравнительно узкой профессиональной сфере (профессиональная переподготовка, курсы повышения квалификации и т.п.). Как правило, в этом возрасте меньше людей регулярно занимается спортом из-за занятости на работе, но к медицинской помощи прибегают сравнительно редко, только в случае крайней необходимости. В области культуры предпочтения становятся более устойчивыми.

Наконец, для последней из рассматриваемых возрастных групп, соответствующей людям в пенсионном возрасте, характерно резкое снижение инвестиций в образовательную сферу ЧК (если человек не работает, он, как правило, перестает тратить время и силы на образование в профессиональной области). В то же время в области медицины ему требуется профессиональный уход, и это сказывается на увеличении инвестиций в медицинское обслуживание (при этом расходы на спорт, как правило, не растут). Что касается духовной сферы, то к этому моменту уже наблюдается полностью сформированное представление о мире, уровень культуры лишь поддерживается. Для некоторых поддержка выражается в регулярных походах в театры или музеи, в участии в творческих объединениях, а для других – исключительно в просмотрах телепередач и интернет-сайтов.

Учитывая эти общечеловеческие особенности, были выбраны показатели, характеризующие инвестиции в человеческий капитал в России, такие как затраты на образование, здравоохранение, спорт, культуру, повышение квалификации и т.п. Все показатели брались из официальных источников (Росстат, ведомственные базы данных).

### ***Амортизация национального человеческого капитала***

За основу оценки амортизации человеческого капитала принят подход, предложенный И.Г.Русяком и К.В.Кетовой, которые определяют амортизацию человеческого капитала как потерю ценности каждого вида ЧК [160]. Для построения кривых, характеризующих интенсивность амортизации компонентов ЧК в зависимости от возраста («амортизационные кривые»), использовались следующие соображения.

Для образовательного капитала вид амортизационной кривой по возрастам имеет

нелинейный вид. В первой когорте кривая незначительно убывает (потому что ребенок быстро забывает полученные знания, если их не повторять, а с возрастом усвоение происходит быстрее и более осознанно). Далее, в течение экономически активного периода жизни амортизация человеческого капитала принята постоянной. Для последнего периода жизни (больше 60 лет) амортизация человеческого капитала в сфере образования и навыков увеличивается, что обусловлено физиологическими причинами. В действительности амортизация образовательного капитала начинает увеличиваться раньше ввиду того, что современные технологии вытесняют те области, где человек хорошо разбирается, но в силу того, что это характерно не для всех сфер экономической деятельности в России и скорость «вытеснения» устаревших технологий оценивается по-разному и объективно изменяется, в первом приближении этим эффектом можно пренебречь.

Для капитала здоровья ситуация аналогичная – в детстве человек подвержен риску заболевания и сравнительно много болеет, поэтому для первой возрастной группы также имеет место уменьшение амортизации капитала здоровья. В период от 15 до 45 лет амортизация здоровья не изменяется, но при этом, аналогично образованию, из-за уменьшения инвестиций в здоровье его запас также постепенно уменьшается. В период от 45 лет амортизация здоровья увеличивается – для поддержания работоспособности человек вынужден больше и больше времени и денег тратить на свое здоровье (как правило, в этом возрасте это получение профессиональной медицинской помощи). Для капитала здоровья также характерно, что смерть человека наступает при полной амортизации именно этого вида ЧК. При этом полная амортизация образовательного капитала может не наступать вообще (человек умирает, но он мог бы еще внести свой вклад в развитие общества) или раньше (случаи старческих неврологических заболеваний). Поэтому в модели вид последнего отрезка амортизации капитала здоровья привязывался к инвестициям в данную сферу.

Наконец, в культурной сфере для амортизационной кривой была принята линейная убывающая зависимость от возраста. Это обусловлено тем, что в юном возрасте человеку легче пересмотреть (заменить) свои культурные ценности, то есть «забыть» накопленный до этого опыт. Чем старше становится человек, тем в меньшей степени он изменяет свои представления о мире.

### **Описание математической модели ЧК**

Для определения национального человеческого капитала в целом необходимо определить НЧК по каждой сфере, после чего применить к данным показателям мультипликативную свертку типа (33) (по аналогии с индексом ИЧР). Для измерения НЧК по конкретной сфере необходимо оценить ИЧК по этой сфере, после чего умножить соответствующие показатели ИЧК на количество людей в данной возрастной группе в определенный год. В свою очередь показатели ИЧК для каждой сферы записываются с помощью динамических уравнений:

$$\frac{dH}{d\tau} = I_H - D_H \quad \text{для капитала здоровья;} \quad (35)$$

$$\frac{dE}{d\tau} = I_E - D_E \quad \text{для образовательного капитала;} \quad (36)$$

$$\frac{dC}{d\tau} = I_C - D_C \quad \text{для капитала культуры,} \quad (37)$$

где  $I$  – инвестиции в рассматриваемую сферу,  $D$  – амортизация рассматриваемой сферы,  $\tau$  – возраст.

Алгоритм численного расчета НЧП и НЧК предполагает переход от дифференциальных к разностным уравнениям с шагом в 1 год и имеет следующий вид:

1. Задаются значения инвестиций на основе данных статистики.
2. Рассчитывается показатель ЧК по сферам по формулам (35) - (37).
3. Рассчитывается количество людей в каждой возрастной группе – от 0 до 14, от 15 до 29, от 30 до 44, от 45 до 60 лет, более 60 лет ( $\tau \in (0; 100)$ ) для интервала  $t \in (2005; 2030)$  по формуле:

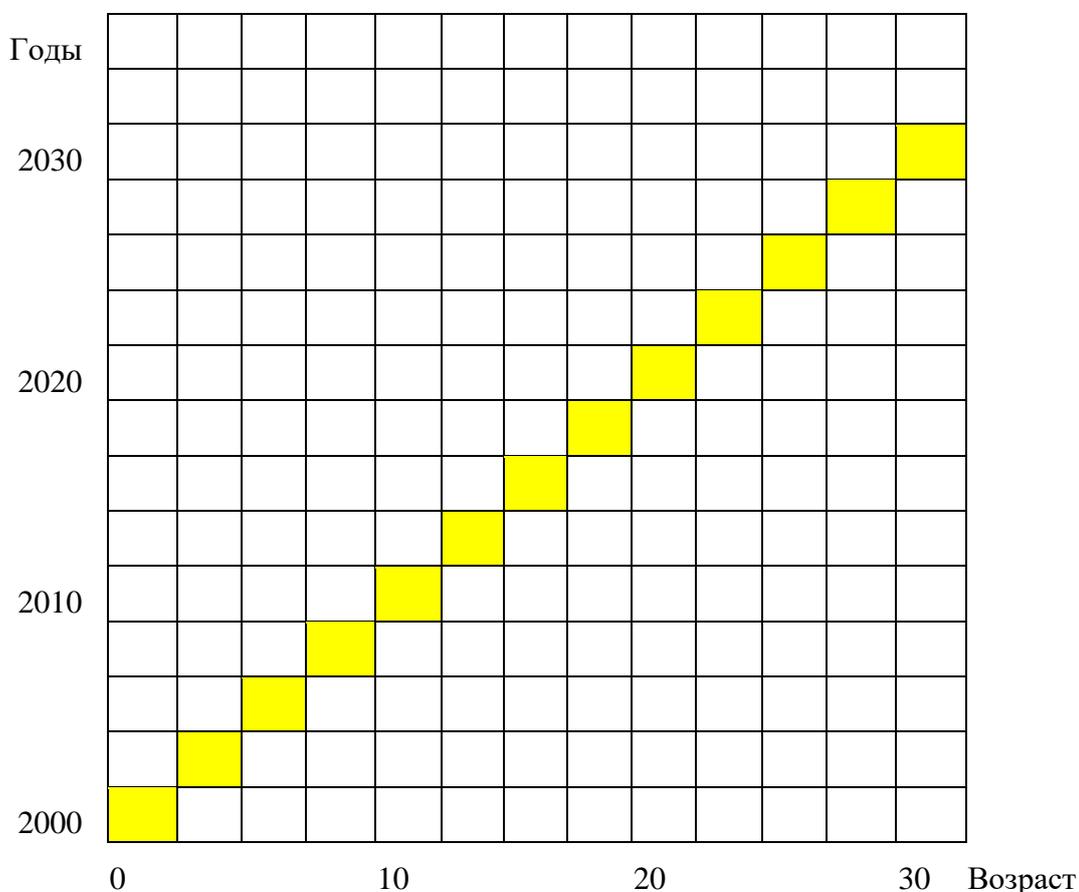
$$N(\tau, t) = \sum_{n_1}^{n_5} \int_{\tau_1}^{\tau_{i+1}} n_i(t, \tau) d\tau \quad (38)$$

где  $n_i$  – количество людей в возрасте  $\tau_i$  в момент времени  $t$ .

4. Рассчитывается значение ИЧП в определенной сфере:

$$\text{ИЧП}_\tau(t + 1) = \text{ИЧП}_{\tau-1}(t) \left( 1 + \frac{I_{\tau-1}(t) - D_{\tau-1}(t)}{\text{ИЧК}_{\tau-1}(t)} \right), \quad (39)$$

Таким образом учитывается накопление ЧК в следующей возрастной когорте по сравнению с предыдущей, при этом учитывается амортизация и инвестиции, характерные для данной когорты. Тем самым можно определять среднестатистическую динамику ИЧП для каждого поколения населения страны (то есть динамику значения ИЧП людей, родившихся в определенном году). Графическое представление возрастной «траектории» поколения представлено на [рисунке 2.20](#).



**Рисунок 2.20.** Графическое изображение возрастной «траектории» поколения людей, рожденных в 2000 году

5. Рассчитывается значение ЧК в рассматриваемой возрастной когорте для определенной сферы путем умножения ИЧП (39) на численность когорты с возрастом  $\tau$ .

6. Рассчитывается значение интегрального ЧК в рассматриваемой возрастной когорте путем мультипликативной свертки значений ЧК в рассматриваемой возрастной когорте (по п.5) для всех трех сфер.
7. Рассчитывается значение НЧП для определенной сферы путем суммирования значений ЧК для этой сферы (по п.5) по всем возрастным когортам.
8. Рассчитывается значение интегрального НЧП путем суммирования интегральных значений ЧК (по п.6) по всем возрастным когортам.
9. Рассчитывается значение интегрального НЧК путем суммирования интегральных значений ЧК (по п.6) только по возрастным когортам, соответствующим экономически активному возрасту (от 15 до 60 лет).

Расчет национального человеческого капитала (потенциала) по данному алгоритму с использованием прогноза Росстата о демографической динамике населения позволяет сделать прогноз динамики человеческого капитала (потенциала) в России с учетом государственной социальной политики и адресных государственных и частных инвестиций в социальную сферу.

### **5.1.2.2 Идентификация параметров модели**

Переход от базовой модели оценки и прогноза ЧК (35) - (39) к расчетной заключается в определении явного вида функций, характеризующих инвестиции в различные сферы ЧК и амортизацию ЧК в этих сферах для различных возрастных групп населения. Характер зависимости инвестиций в ЧК по возрастам определялся на основе анализа государственных и региональных госпрограмм, а также экспертным путем. Характер зависимости амортизации ЧК по возрастам определялся с использованием данных Росстата, а также экспертным путем.

Для тестирования модели были проведены прогнозные расчеты ЧК в РФ с использованием данных по демографической динамике Росстата (прогноз до 2030 года) [163] для различных сценариев. Ниже представлены результаты расчетов для инерционного сценария (при котором структура инвестиций в ЧК в будущем остается неизменной), а также для сценария, при котором инвестиции в ранние стадии образования (от дошкольного до университетского) увеличиваются на 10% по сравнению с инерционным сценарием.

Результаты расчета по инерционному сценарию представлены на [рисунках 2.21-2.22](#). В результате этого расчета наблюдается пик НЧП в 2017 году, после чего НЧП равномерно снижается. При этом НЧК, достигнув пика в 2010 году, снижается до 2025 года, после чего начинает несколько подниматься, что примерно соответствует выходу из «демографической ямы».

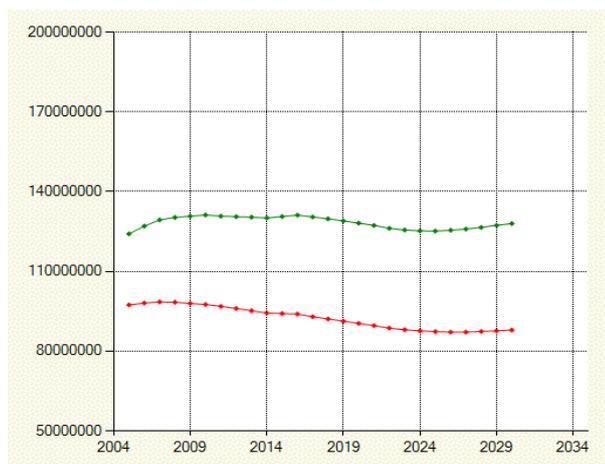


Рисунок 2.21. Относительная динамика НЧК (верхняя кривая) и численности экономически активного населения (нижняя кривая) до 2030 г., инерционный сценарий

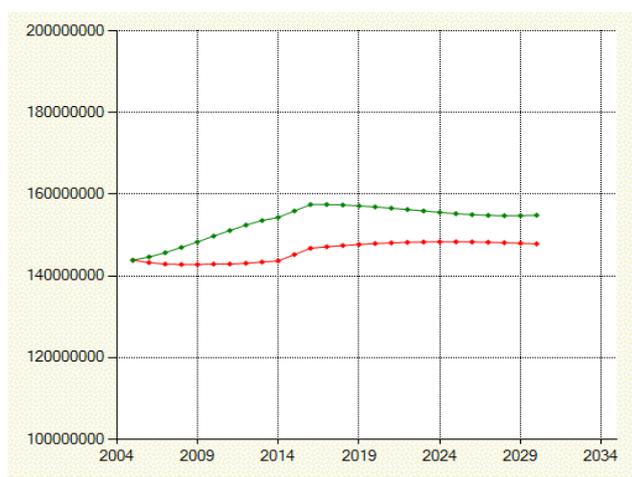


Рисунок 2.22. Относительная динамика НЧП (верхняя кривая) и численности населения (нижняя кривая) до 2030 г., инерционный сценарий

На рисунках 2.23-2.24 представлены результаты расчетов по второму сценарию.

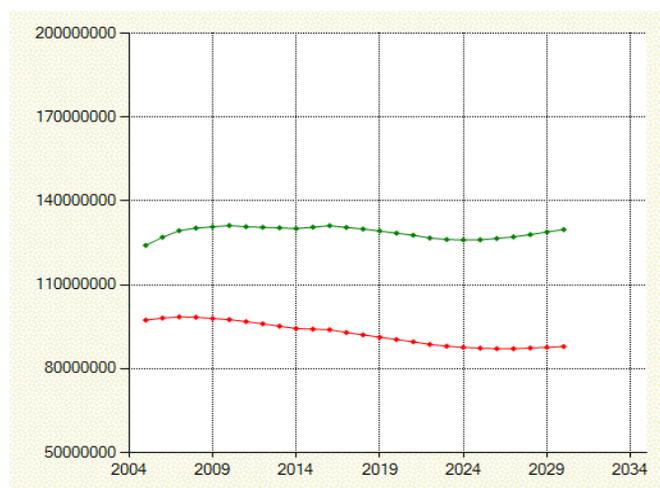
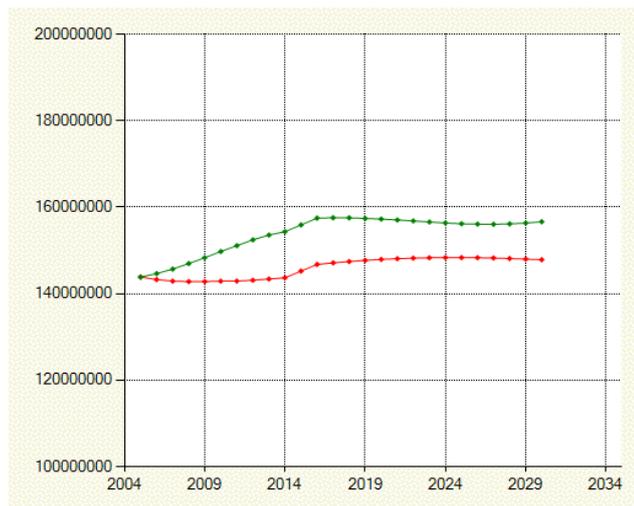


Рисунок 2.23. Относительная динамика НЧК (верхняя кривая) и численности экономически активного населения (нижняя кривая) до 2030 г., дополнительные вложения в образование



**Рисунок 2.24.** Относительная динамика НЧП (верхняя кривая) и численности населения (нижняя кривая) до 2030 г., дополнительные вложения в образование

Разница между соответствующими показателями НЧП и НЧК для первого и второго сценариев отражают эффективность дополнительных вложений в образование в период до 2030 года.

### 5.1.3 Порядок проведения расчетов

После идентификации параметров и настройки модели на конкретные условия она используется для проведения прогнозных сценарных расчетов. Процедура проведения расчетов следующая (она аналогична процедуре, описанной в [разделе 1.1.3](#)):

- 1) Определяется прогнозируемый период и формируется базовый расчетный сценарий на прогнозируемый период.
- 2) Проводятся расчеты уровня человеческого капитала на прогнозируемый период для базового сценария.
- 3) Формируются параметрические расчетные сценарии на прогнозируемый период, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.
- 4) Проводятся расчеты уровня человеческого капитала на прогнозируемый период для параметрических сценариев.
- 5) По результатам расчетов на основе их сравнения строится зависимость изменения уровня человеческого капитала как функции изменения расходов на ФППИ.

### 5.1.4 Исходные данные для проведения расчетов

Исходными данными для проведения расчетов являются следующие: данные макроэкономической статистики за 2001-2018 гг. (демографические показатели по различным возрастным группам населения, данные по государственным социальным программам, данные по инвестициям в различные сферы ЧК для разных возрастных групп населения, оценки амортизации различных сфер ЧК для разных групп населения и др.);

индекс ИЧР по методике ООН;  
расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

В качестве источника данных по макроэкономической статистике используются базы данных Росстата (<http://www.gks.ru/>).

В качестве источника данных по индексу ИЧР используется данные Программы развития ООН ([http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr\\_2016\\_report\\_russian\\_web.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2016_report_russian_web.pdf)).

В качестве источника данных по государственным социальным программам, по инвестициям в различные сферы ЧК используются данные Портала Госпрограмм РФ (<http://programs.gov.ru/Portal/>).

Параметры амортизации различных сфер ЧК для разных групп населения определяются на основе экспертных процедур с использованием статистических данных.

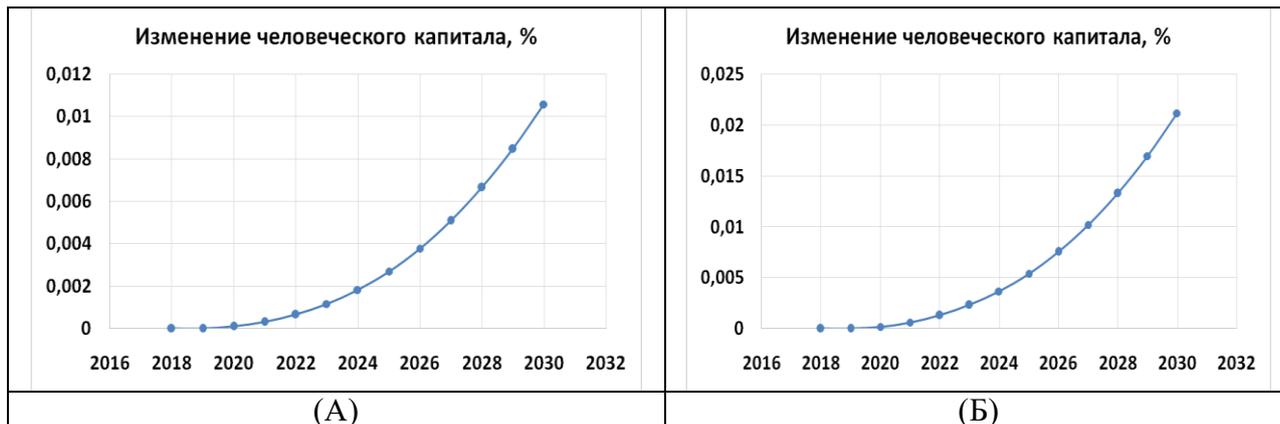
В качестве источника данных по расходам на ФППИ в 2001-2017 гг. используются соответствующие директивные документы.

Для формирования базового расчетного сценария на 2018-2030 гг. используются данные прогноза социально-экономического развития России Министерства экономического развития РФ [145].

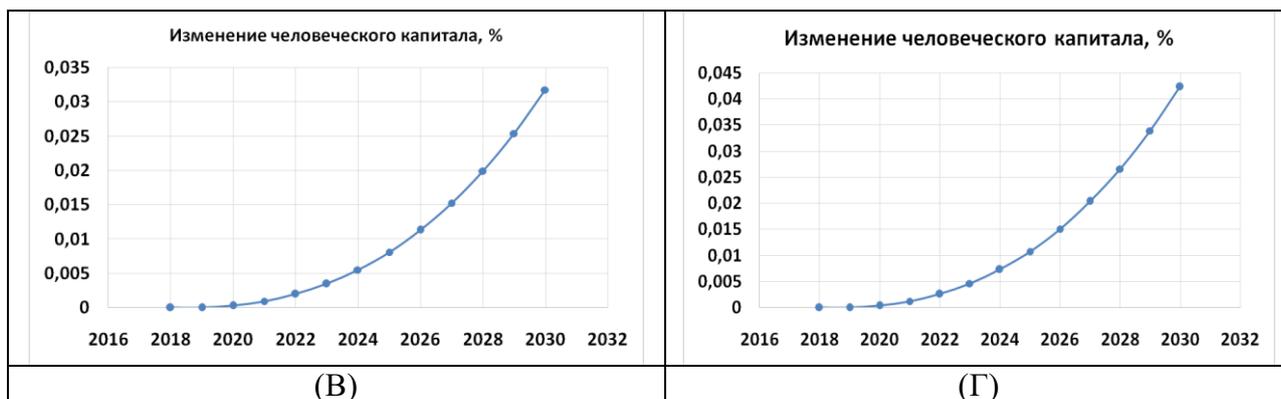
В параметрических расчетных сценариях на 2019-2030 гг. считается, что расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.

## 5.2 Результаты сценарных расчетов

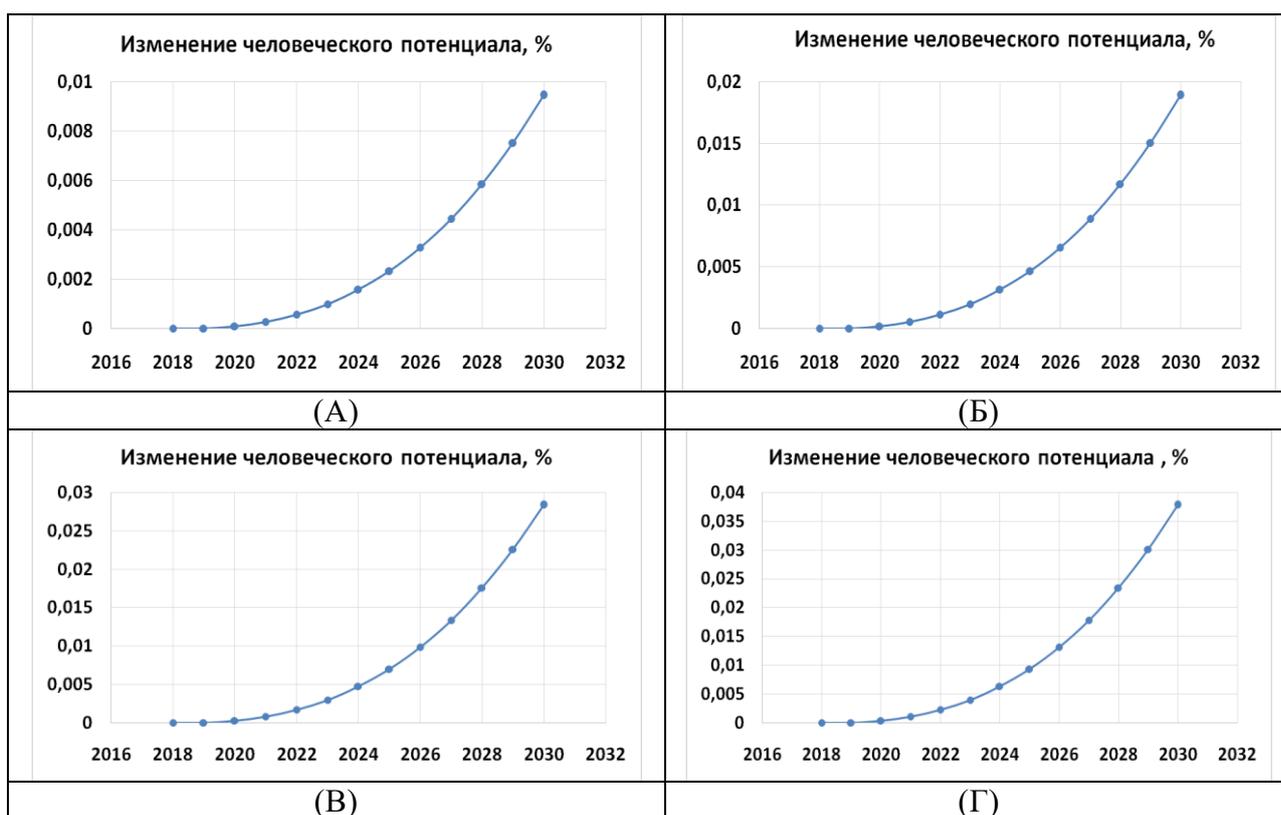
При проведении расчетных оценок влияния расходов на ФППИ на уровень человеческого капитала использовался следующий алгоритм. Сначала проводились расчеты национального человеческого капитала и потенциала (НЧК и НЧП) на прогнозируемый период для базового сценария (результаты расчета приведены на [рис.2.21-2.22](#)). Затем проводились расчеты прогнозируемых НЧК и НЧП для параметрических сценариев, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%. При этом рассматривался только *прямой* эффект влияния увеличения финансирования ФППИ на НЧК и НЧП<sup>5</sup>. Результаты расчетов представлены на [рисунках 2.25-2.26](#).



<sup>5</sup> Для оценки *косвенного* эффекта необходимо сделать дополнительные гипотезы относительно распределения средств, получаемых от экспорта ВВСТ. Таких гипотез может быть достаточно много, поэтому в силу невозможности выбора приоритетного варианта распределения моделирование теряет смысл.



**Рисунок 2.25.** Приращение НЧК при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию в % (*прямой эффект влияния финансирования ФППИ на НЧК*)



**Рисунок 2.26.** Приращение НЧП при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию в % (*прямой эффект влияния финансирования ФППИ на НЧП*)

Видно, что наблюдается примерно одинаковая динамика роста НЧК и НЧП. При этом обращает на себя внимание то, что в отличие от характеристик, рассмотренных в предыдущих разделах, рост НЧК и НЧП идет нелинейным образом (с ускорением), что, по-видимому, отражает кумулятивность положительного эффекта от увеличения финансирования ФППИ.

## **6. Расчетная оценка влияния расходов на ФППИ на динамику кадрового потенциала в сфере НИОКР**

### **6.1 Методика проведения расчетов**

#### **6.1.1 Общее описание методики**

**Целью** методики является количественная оценка влияния расходов на ФППИ на динамику кадрового потенциала в сфере НИОКР при различных сценарных условиях.

**Входными данными** для расчетов являются:

- численность населения в возрасте 25 лет;
- численность исследователей до 2018 года;
- возрастная структура исследователей в 2000 году;
- средняя заработная плата исследователей в процентах от средней заработной платы по России;
- коэффициенты смертности по возрастам;
- расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

**Выходными данными** являются: оценка динамики кадрового потенциала в сфере НИОКР (с учетом возрастной структуры) в прогнозируемом периоде в зависимости от изменения объемов расходов на ФППИ при различных сценарных условиях.

В основе методики лежит **метод сценарного прогнозирования** на основе использования динамического математического моделирования. С помощью математической модели делается прогноз динамики кадрового потенциала в сфере НИОКР для различных сценарных условий. Затем сравниваются результаты расчетов по разным сценариям и анализируются получившиеся различия.

Расчетным ядром методики является специализированная математическая модель, описанная ниже.

#### **6.1.2 Используемая математическая модель**

##### **6.1.2.1 Описание модели**

Для проведения расчетов была разработана специализированная модель, позволяющая оценивать динамику кадрового потенциала НИОКР (численности исследователей) с учетом их возрастной структуры (что имеет большое значение в условиях существующих демографических проблем и «демографической ямы» девяностых годов) при различных вариантах финансирования НИОКР. Прототип модели такого типа представлен в [164]. С ее помощью производились прогнозные оценки численности и возрастного распределения исследователей в РФ до 2030 года. В модели сделаны следующие предположения:

1) «приход молодежи в науку» осуществляется в основном в зависимости от численности возрастной когорты 25 лет и от средней зарплаты в данной сфере. 25-лет – это примерный возраст окончания аспирантуры, окончательного определения дальнейшей своей траектории (потом – либо в науку, либо в другие сферы);

2) уход из науки в основном осуществляется по возрастным причинам (от 70 до 80 лет), а также зависит от заработной платы (если она слишком низкая по сравнению со средней зарплатой по региону, то люди уходят из профессии);

3) смертность исследователей в различных возрастах принимается такой же, как и в среднем по России<sup>6</sup>;

---

<sup>6</sup> Мы понимаем, что данное положение будет объектом для критики, поскольку, как правило, чем выше

4) несмотря на то, что «приход в науку» во многом зависит от оплаты труда, существует некая доля молодых людей, приход которых в науку не зависит от заработной платы (по различным причинам, например, благодаря особенностям воспитания, мировоззрения, хорошей личной материальной ситуации, «призванием», психологической комфортностью пребывания в научной среде и др.).

В соответствии с этим в модели для количества исследователей в возрасте 25 лет в году  $t$  (то есть для тех, кто в году  $t$  приходит в науку) используется формула:

$$V(25,t) = (a + s \cdot P(t)) \cdot N_{25}, \quad (40)$$

где  $N_{25}$  – численность населения в возрасте 25 лет;  
 $a$  – доля населения 25 лет, идущая в исследователи независимо от заработной платы;  
 $s \cdot P(t)$  – доля населения 25 лет, идущая в исследователи в зависимости от заработной платы.

$P(t)$  – заработная плата исследователей в момент времени  $t$  (в % от средней по России).

Коэффициенты  $a$  и  $s$  определяются эконометрически на основе статистических данных.

Далее, зная текущую структуру численности исследователей, прогноз численности молодежи в возрасте 25 лет, коэффициенты  $a$  и  $s$ , и уровень зарплат, делается прогноз численности исследователей до требуемого года. Для этого используется рекуррентная формула, смысл которой заключается в том, что количество исследователей возраста  $\tau$  в год  $(t + 1)$  равно количеству исследователей возраста  $(\tau-1)$  в год  $t$  за вычетом их доли, равной  $h(\tau, t)$ , которая отражает прибыль/убыль численности в соответствующей сфере вследствие различных причин (смертность, смена сферы деятельности):

$$V(\tau, t+1) = V(\tau-1, t) - h(\tau, t) \cdot V(\tau-1, t) \quad (41)$$

Используя уравнения (40)-(41) и изменяя величину заработной платы в сфере НИОКР  $P(t)$  в прогнозируемый период, можно сделать прогноз общей численности и возрастной структуры исследователей.

### 6.1.2.2 Идентификация параметров модели

Основной задачей для проведения расчетов по модели является определение коэффициентов  $a$  и  $s$  в уравнении (40) и получение необходимого набора исходных данных для вычислений по уравнению (41).

Информационный поиск показал, что в источниках: данные Росстата, Сборники НИУ ВШЭ «Индикаторы науки» (<http://www.hse.ru/primarydata/>) имеются следующие статистические данные за период с 2000 года:

- численность населения в возрасте 25 лет;
- численность и возрастная структура исследователей;
- количество исследователей, прибывших после окончания вуза;
- средняя заработная плата исследователей.

---

уровень образования, тем больше ожидаемая продолжительность жизни. Европейские страны показали уровень отличий между исследованными группами людей, имеющих среднее и высшее образование от 3 до 17 лет в зависимости от страны. (Екатерина Щербакова: Более высокий уровень образования снижает риск безработицы, повышает уровень доходов и продолжительность жизни. <http://demoscope.ru/weekly/2010/0441/barom05.php>) Однако, следует упомянуть, что в модели мы пренебрегаем некоторым аналогом «смертности» в «популяции» ученых – их возможной внутренней и внешней миграцией в течении жизни и карьеры.

Коэффициенты  $a$  и  $s$  в уравнении (40) определялись на основе процедуры идентификации параметров с использованием указанных статистических данных. В результате было получено:  $a = 0,000569$ ,  $s = 0,0000442$ .

Далее, зная прогноз численности двадцатипятилетних, коэффициенты  $a$  и  $s$ , для различного уровня зарплат можно проводить тестовые расчеты по модели (40)-(41) с целью прогноза количества и возрастной структуры исследователей в Российской Федерации на период до 2030 года.

### 6.1.3 Порядок проведения расчетов

После идентификации параметров и настройки модели на конкретные условия она используется для проведения прогнозных сценарных расчетов. Процедура проведения расчетов следующая (она аналогична процедуре, описанной в разделе 1.1.3):

1) Определяется прогнозируемый период и формируется базовый расчетный сценарий на прогнозируемый период.

2) Проводятся расчеты динамики кадрового потенциала в сфере НИОКР на прогнозируемый период для базового сценария.

3) Формируются параметрические расчетные сценарии на прогнозируемый период, в которых расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.

4) Проводятся расчеты на прогнозируемый период для параметрических сценариев.

5) По результатам расчетов на основе их сравнения строится зависимость динамики кадрового потенциала в сфере НИОКР как функции изменения расходов на ФППИ.

### 6.1.4 Исходные данные для проведения расчетов

Исходными данными для проведения расчетов являются следующие:

численность населения в возрасте 25 лет;

численность исследователей до 2018 года;

возрастная структура исследователей в 2000 году;

средняя заработная плата исследователей в процентах от средней заработной платы по России;

коэффициенты смертности по возрастам;

расходы на ФППИ в 2001-2018 гг.

В качестве источника данных по демографическим показателям используются базы данных Росстата

([http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#),

[http://www.gks.ru/bgd/regl/b09\\_13/IssWWW.exe/Stg/html1/04-25.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b09_13/IssWWW.exe/Stg/html1/04-25.htm),

[http://www.gks.ru/bgd/regl/b15\\_13/Main.htm](http://www.gks.ru/bgd/regl/b15_13/Main.htm)).

В качестве источника данных по численности и возрастной структуре исследователей используются данные статистических сборников ВШЭ (<https://www.hse.ru/primarydata/in2016>,

<https://www.hse.ru/primarydata/in2015>, <https://www.hse.ru/primarydata/in2013>,

<https://www.hse.ru/primarydata/in2011>, <https://www.hse.ru/primarydata/in2010>,

<https://www.hse.ru/primarydata/in2009>, <https://www.hse.ru/primarydata/in2007>).

В качестве источника данных по расходам на ФППИ в 2001-2018 гг. используются соответствующие директивные документы.

Для формирования базового расчетного сценария на 2018-2030 гг. используются данные прогноза социально-экономического развития России Министерства экономического развития РФ [145].

В качестве источника данных по зарплатам используются данные сайта

[https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjN2ae-pK7dAhVEhaYKHedQC6wQFjAAegQIABAC&url=http%3A%2F%2Fwww.gks.ru%2Ffree\\_doc%2Fnew\\_site%2Fp](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjN2ae-pK7dAhVEhaYKHedQC6wQFjAAegQIABAC&url=http%3A%2F%2Fwww.gks.ru%2Ffree_doc%2Fnew_site%2Fp)

opulation%2Ftrud%2Fsr-zarplata%2Ft1.docx&usg=AOvVaw1XYOtRD0nfPoeVHBCj0muo (средняя заработная плата по РФ в 2017 году составила 39 167 рублей, уровень зарплаты исследователей составил 183,5 % по отношению к средней зарплате по РФ).

В параметрических расчетных сценариях на 2019-2030 гг. считается, что расходы на ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию на 15, 30, 45 и 60%.

## 6.2 Результаты сценарных расчетов

При проведении расчетных оценок влияния расходов на ФППИ на динамику кадрового потенциала НИОКР использовался следующий алгоритм.

1. На основе существующих тенденций строится прогноз средней заработной платы по РФ до 2030 года (рис.2.27).

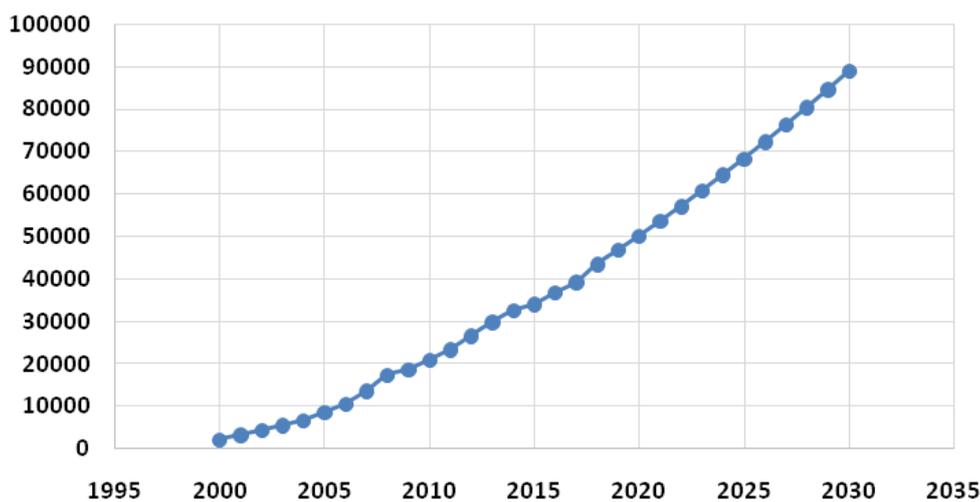


Рисунок 2.27. Прогноз средней заработной платы по РФ до 2030 года (инерционный сценарий)

и прогноз зарплаты исследователей, исходя из того, что в инерционном сценарии предполагается, что уровень зарплаты исследователей сохранится на уровне 183,5%.

2. На основе модели (40) – (41) строится инерционный прогноз количества исследователей (рис.2.28).

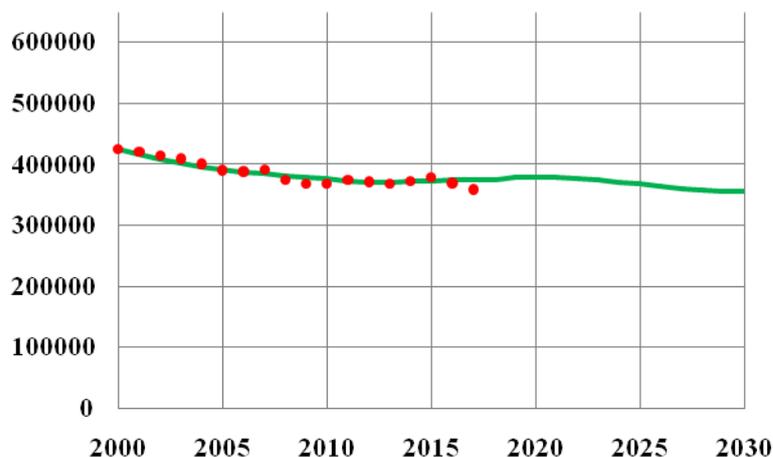


Рисунок 2.28. Прогноз количества исследователей в РФ до 2030 года (инерционный сценарий). Точки – статистические данные, сплошная линия – расчет по модели

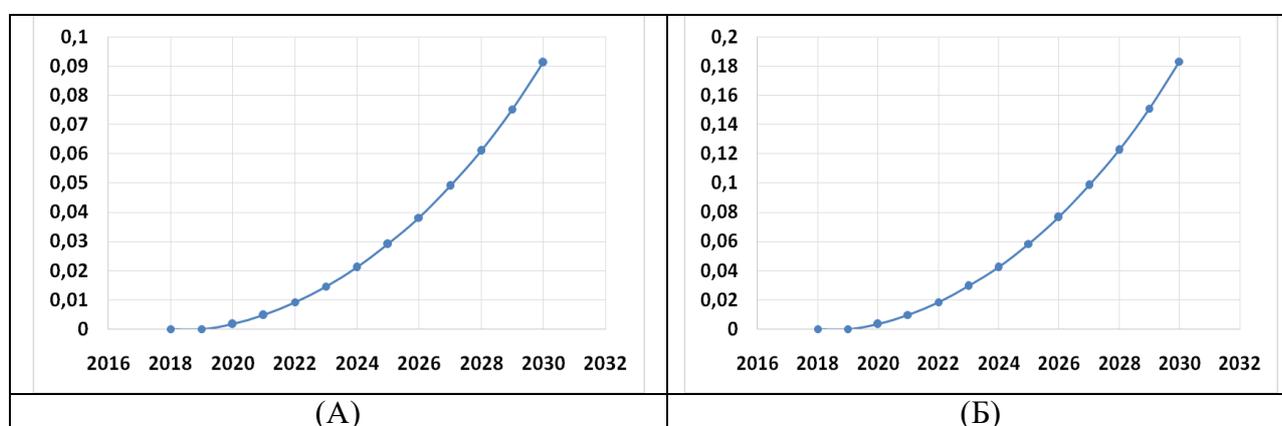
3. К зарплате исследователей добавляется дополнительное финансирование ФППИ, деленное на количество исследователей (370 тысяч). Таким образом получается увеличенная зарплата в рублях.

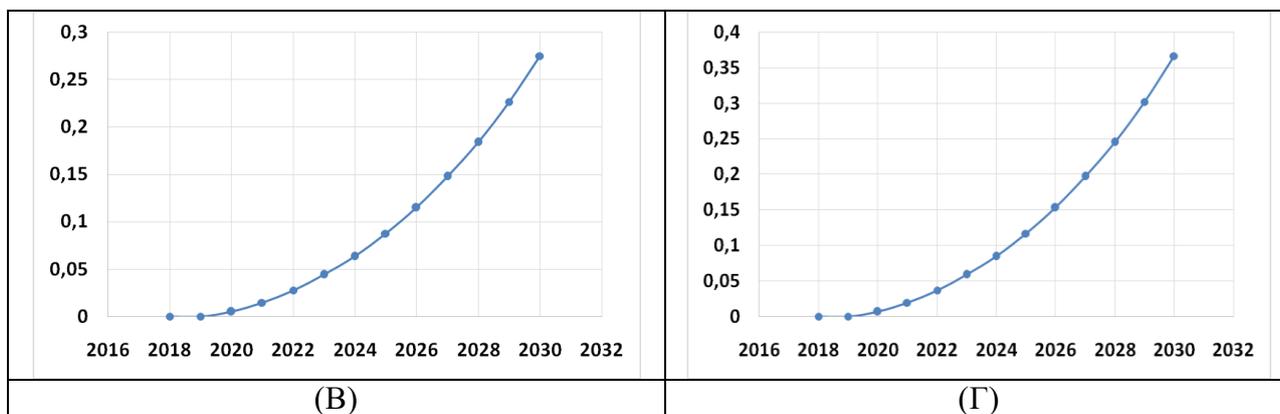
4. Вычисляется, какую долю зарплата исследователей составляет от зарплаты по РФ в среднем (табл.5).

Таблица 5. Оценка величины  $P(t)$  различных сценариев

		ФППИ изменяются по отношению к базовому сценарию к 2030 году на			
		15%	30%	45%	60%
Отношение зарплаты исследователей к средней зарплате по РФ, %	2019	183.65	183.81	183.97	184.13
	2020	183.73	183.97	184.21	184.45
	2021	183.82	184.14	184.46	184.78
	2022	183.90	184.31	184.71	185.12
	2023	183.99	184.48	184.98	185.47
	2024	184.08	184.66	185.24	185.83
	2025	184.17	184.84	185.52	186.19
	2026	184.26	185.03	185.80	186.56
	2027	184.36	185.22	186.08	186.94
	2028	184.45	185.41	186.37	187.33
	2029	184.55	185.61	186.66	187.72
	2030	184.65	185.81	186.96	188.12

5. На основе этих данных по модели (40) – (41) строится параметрический прогноз количества исследователей и определяется его отличие от инерционного сценария (см. рис.2.29).





**Рисунок 2.29.** Приращение количества исследователей при плавном увеличении объема финансирования ФППИ на 15% (А), 30% (Б), 45% (В) и 60% (Г) к 2030 году по отношению к базовому сценарию, в %

Из приведенных графиков следует, что увеличение финансирования ФППИ по отношению к базовому сценарию на 60% может привести к увеличению количества исследователей на 1,3 тыс. чел. к 2030 году. Цифра в масштабах страны относительно небольшая, но в условиях существующей тенденции к снижению числа исследователей в рамках инерционного сценария (см. [рис.2.28](#)) имеющая важное позитивное значение.

## 7. Сводный анализ результатов оценки влияния расходов на ФППИ на макроэкономические и социальные показатели страны

Переходя к анализу полученных результатов, необходимо оговорить, что в данной работе рассматриваются чисто экономические последствия финансирования ФППИ оборонной направленности, то есть исключительно аспекты влияния расходов на ФППИ на макроэкономические показатели, оставляя за кадром то, насколько эффективны ФППИ в деле обеспечения военной безопасности страны. Обобщая результаты проведенных расчетов на разработанных математических моделях, можно констатировать следующее.

1. В отношении расходов на оборону в целом и расходов на военную науку, в частности, достаточно широко распространено мнение, что данные расходы – это вынужденная мера, дополнительная нагрузка на экономику, обусловленная лишь необходимостью обеспечения военной безопасности. В соответствии с этими взглядами, чисто экономически, вложения в военную науку идут прежде всего на зарплаты научным работникам и повышают платежеспособный спрос населения, не приводя к увеличению производства потребительской продукции, идущей на рынок. Соответственно, затраты на ФППИ являются фактором инфляционного давления на экономику, вынужденными издержками, которые желательно по возможности минимизировать (как и все расходы на оборону в целом).

Проведенные исследования с использованием макроэкономического моделирования выявили ограниченность таких взглядов, их неадекватность существующей в РФ экономической ситуации. Моделирование показало, что увеличение финансирования ФППИ имеет либо нейтральные, либо положительные экономические последствия по тем направлениям, которые являлись предметом анализа. Рассмотрим эти направления последовательно.

А) Влияние на ВВП. Моделирование показало, что влияние увеличения финансирования ФППИ на реальный ВВП весьма малое, но – главное – оно положительное, то есть при увеличении финансирования ФППИ и номинальный и

реальный ВВП растут. Причем эффект роста возникает именно тогда, когда увеличение финансирования происходит за счет дополнительной эмиссии (что в соответствии с либеральными взглядами должно вести лишь к увеличению инфляции и, соответственно, к уменьшению реального ВВП). По-видимому, эффект роста обусловлен тем, что современная экономика РФ недомонетизирована и вливание в нее дополнительных денежных средств через канал финансирования ФППИ играет положительную роль.

Б) Влияние на инфляцию. Моделирование показало, что дополнительное финансирование ФППИ, действительно, оказывает инфляционное давление на экономику, но это давление не перекрывает положительные эффекты от увеличения денежной массы и в результате имеет место дополнительный рост реального ВВП.

В) Влияние на монетизацию экономики. Моделирование показало, что увеличение финансирования ФППИ за счет дополнительной эмиссии приводит к увеличению денежной массы М2 и к росту монетизации российской экономики, что в современных условиях идет ей на пользу.

Г) Влияние на доходы и денежные накопления населения. Моделирование показало, что увеличение финансирования ФППИ приводит к росту доходов и денежных накоплений всех основных групп населения, но этот рост весьма слабый. При этом наибольшие изменения в доходах наблюдаются у бюджетников. Это является положительным фактором, поскольку в результате повышается спрос на отечественную продукцию, стимулируется производство и экономический рост.

Д) Влияние на человеческий капитал и человеческий потенциал. Моделирование показало, что увеличение финансирования ФППИ приводит к ускоряющемуся росту НЧК и НЧП.

Е) Влияние на динамику кадрового потенциала в сфере НИОКР. Моделирование показало, что увеличение финансирования ФППИ может привести к увеличению количества исследователей на 1,3 тыс. чел. к 2030 году. Цифра в масштабах страны относительно небольшая, но в условиях существующей тенденции к снижению числа исследователей в рамках инерционного сценария и необходимости форсированного перехода к шестому технологическому укладу, имеющая важное позитивное значение.

При этом моделирование показывает, что все рассмотренные эффекты при дополнительном увеличении объема финансирования ФППИ от 0 до 60% имеют линейный характер. Это означает, что насыщения нет и дальнейшее дополнительное увеличение финансирования ФППИ свыше 60% будет только усиливать данные эффекты.

2. Увеличение финансирования ФППИ имеет важный *косвенный* экономический эффект: улучшение качества и совершенствование ТТХ образцов отечественных ВВСТ приводит к повышению их конкурентоспособности и усилению спроса на них на рынках вооружений. Это в свою очередь приводит к росту экспорта, притоку валюты, монетизации экономики, экономическому росту. Проведенные расчеты с использованием математического моделирования (при всей их приближенности, связанной со сложностью количественного определения влияния ФППИ на рост военного экспорта) демонстрируют важность этого эффекта и необходимость дальнейшего развития военной науки с целью повышения качественных характеристик отечественных образцов ВВСТ. Необходимо при этом отметить, что экспорт вооружений в настоящее время является практически единственной несырьевой высокотехнологичной статьей российского экспорта с высокой добавленной стоимостью, наращивание которой является важной задачей при осуществлении государственной политики ухода от сырьевой экономики.

3. Важным также является то, что в условиях современной России развитие и внедрение новых технологий шестого уклада естественнее всего происходит в сфере оборонного производства (на предприятиях ОПК). Крупный сырьевой бизнес, к сожалению, не слишком заинтересован во вложениях в отечественную науку и технологии, предпочитая

покупать необходимое ему высокотехнологичное оборудование за рубежом<sup>7</sup>. Средний и малый бизнес в силу своей слабости (в немалой степени обусловленной кредитно-денежной политикой финансовых властей – Центрального банка, Министерства финансов) не имеют возможности развивать и внедрять высокие технологии. Вследствие этого в современных условиях для ускорения технологического развития России и наращивания необходимого кадрового потенциала целесообразно использовать военную науку и ОПК, используя имеющиеся у них возможности. Единственно, надо четко ставить условие для разработчиков ВВСТ, чтобы новые военные разработки осуществлялись исключительно на основе новых технологий (желательно шестого уклада), а эти технологии в дальнейшем могли быть использованы для гражданского применения.

4. Моделирование показало, что серьезной проблемой современной России является слабая монетизация экономики и что финансирование ОПК и ФППИ может служить одним из каналов монетизации экономики, имеющих низкие финансовые риски, поскольку эти финансовые потоки контролируются государством (через военную приемку), не уходят за рубеж, целевым образом направляются в высокотехнологичные отрасли и в слои населения, ориентированные на потребление отечественной продукции (что повышает внутренний спрос и стимулирует развитие отечественного производства).

Данные выводы требуют отдельного исследования и анализа. Отдельные результаты такого исследования приведены в следующей главе.

---

<sup>7</sup> В настоящее время, правда, здесь возникли серьезные ограничения, связанные с западными санкциями.

## Глава 3.

### Военная безопасность vs экономическое развитие: каковы рациональные объемы финансирования государственного оборонного заказа?

#### 1. Проблема согласования потребности в обеспечении военной безопасности и необходимости экономического роста

Формирование военного бюджета является важным вопросом государственной политики. Военные расходы присутствуют в государственных бюджетах подавляющего большинства стран мира, их величина варьируется от страны к стране и составляет от 0,5% до 10% внутреннего валового продукта [165]. Необходимость военных расходов диктуется необходимостью обеспечения национальной безопасности, при этом неизбежно встает вопрос о влиянии этих расходов на развитие экономики. Здесь однозначных ответов не существует. В западных странах очень активно исследуются различные аспекты, связанные с военной экономикой. По этой тематике имеются тысячи публикаций. Наибольшее внимание этим вопросам уделяется в США, Великобритании, Западной Европе в целом. Анализ имеющейся информации на эту тему показывает следующее.

Для наиболее крупных государств в XX веке имели место как интенсивный экономический рост при высоких военных расходах, так и не менее интенсивный рост при низких расходах. Примеры приведены в [таблице 6](#).

**Таблица 6.** Примеры экономического роста при высоких и низких военных расходах

Экономический рост при высоких военных расходах		Экономический рост при низких военных расходах	
Страна	Период	Страна	Период
США	Первая мировая война Вторая мировая война Период «Холодной войны» (1945-1970-е гг.)	США	1990-е годы (после окончания «Холодной войны»)
Германия	1930-е годы	Германия	После Первой мировой войны
Япония	1930-е годы	Япония	После Второй мировой войны
СССР	1930-е – 1945 гг. Период «Холодной войны» (1945-1970-е гг.)		

Таким образом, существуют как неблагоприятные, так и благоприятные факторы воздействия военных расходов на экономический рост. В [таблицах 7 и 8](#) приведен обобщенный анализ наиболее часто обсуждаемых в научной литературе неблагоприятных и благоприятных факторов вместе их критикой отдельными специалистами.

**Таблица 7.** Неблагоприятные факторы воздействия военных расходов на экономический рост (вследствие так называемого «эффекта вытеснения»)

<b>Фактор</b>	<b>Отрицательное воздействие</b>	<b>Критика</b>
<b>Оборонные расходы в целом</b>	Отвлечение ресурсов от инвестиций государства и частного сектора на гражданские цели, более эффективно способствующих росту экономики, чем расходы на оборону	Не все гражданские расходы направляются на общественные и частные инвестиции: значительная их часть расходуется на потребительские нужды, некоторые из которых расходуются за границей
<b>Импорт вооружений</b>	Отрицательное влияние воздействия расходов на импорт оружия, которые отвлекают средства от экспортного сектора	Отрицательное воздействие платежей может являться результатом любого импорта гражданской продукции и товаров частного сектора и услуг; гражданские расходы на общественные нужды также могут иметь неблагоприятное воздействие на экспорт
<b>Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР)</b>	Отвлечение ресурсов от частного сектора НИОКР невоенной направленности	Снижение общего объема НИОКР, перепрофилирование научных организации
<b>Человеческий и физический капитал</b>	Отвлечение физического и человеческого капитала на разработку средств уничтожения, вместо разработки высокотехнологичной гражданской продукции	Снижение объема рынка труда, рост безработицы, отток квалифицированных кадров в другие сферы (торговля, финансы), эмиграция ученых и инженеров

**Таблица 8.** Благоприятное воздействие военных расходов на экономику

<b>Фактор</b>	<b>Благоприятное воздействие</b>	<b>Критика</b>
<b>Безработица, низкий спрос</b>	Снижение безработицы, увеличение совокупного спроса	Гражданские программы расходов на общественные нужды могут стимулировать снижение высокого уровня безработицы (например, строительство дорог)
<b>Развитие технологий</b>	Оборонные расходы обеспечивают развитие технологий, которые при их применении в гражданском секторе могут способствовать росту экономики (Интернет, информационные технологии, реактивный двигатель, лазер, и т.д.)	Частные исследования и разработки обеспечивают прямые технологические выгоды
<b>Инфраструктура</b>	Военные расходы могут способствовать развитию инфраструктуры (связь, коммуникации, т.д.)	Инфраструктура может быть создана за счет гражданских расходов на общественные нужды
<b>Человеческий капитал</b>	Развитие и поддержка человеческого капитала, особенно в слаборазвитых странах	Подготовка кадров возможна за счет гражданских программ
<b>Обеспечение безопасности</b>	Сильная армия обеспечивает защиту интересов граждан, стабильность, стимулирует экономическое развитие	Обеспечение безопасности возможно за счет внутренних и пограничных войск

Приведенная в таблицах информация свидетельствует, что на основе только логического анализа невозможно в конкретных случаях сделать однозначные выводы о воздействии военных расходов на экономический рост. Анализ количественных исследований с использованием математических моделей (в основном, использующих эконометрические методы и факторный анализ) приведен в [166]. Основные результаты анализа:

1. По результатам количественных исследований взаимное влияние между экономическим развитием и оборонными расходами может быть как

положительным, так и отрицательным, или такая связь отсутствует (в том числе при исследовании одних и тех же стран).

2. Как правило, модели производства показывают положительное воздействие оборонных расходов на экономику. Модели потребления предсказывают отрицательное воздействие за счет «эффекта вытеснения».
3. Наибольший положительный эффект возникает при увеличении финансирования военных исследований и разработок (НИОКР).

Недостатками рассмотренных количественных исследований являются следующие:

- не дается оценка точности, надежности и непротиворечивости данных;
- существенно варьируются данные об оборонных расходах в зависимости от их определения и включаемых в них статей;
- одновременно рассматриваются государства с призывной и добровольной системой комплектования Вооруженных Сил (по-разному учитывается проблема оценки рыночной стоимости персонала Вооруженных Сил в случае призывной системы комплектования);
- недостаточен учет различий производственных отношений (взаимодействия труда и капитала) в разных государствах;
- несопоставимы оценки экономической эффективности разрабатываемых технологий вследствие использования различных методик оценивания;
- применение одних и тех же моделей к множеству различных экономик на различных стадиях экономического развития с различными уровнями использования имеющихся производственных мощностей и различными микроэкономическими особенностями;
- отсутствие учета наличия национальной оборонной промышленности, финансирующей оборонные исследования и разработки;
- отсутствие учета особенностей структуры расходов на оборону, влияющих на экономическое развитие;
- отсутствие учета временных лагов между расходами и их воздействием на экономику.

В целом, многочисленные эконометрические исследования не показывают ни ясной и убедительной поддержки мнения об отрицательном воздействии оборонных расходов на экономический рост, ни ясного опровержения гипотезы о положительной зависимости между расходами на оборону и экономическим ростом.

В России ситуация в отношении рассматриваемых вопросов следующая.

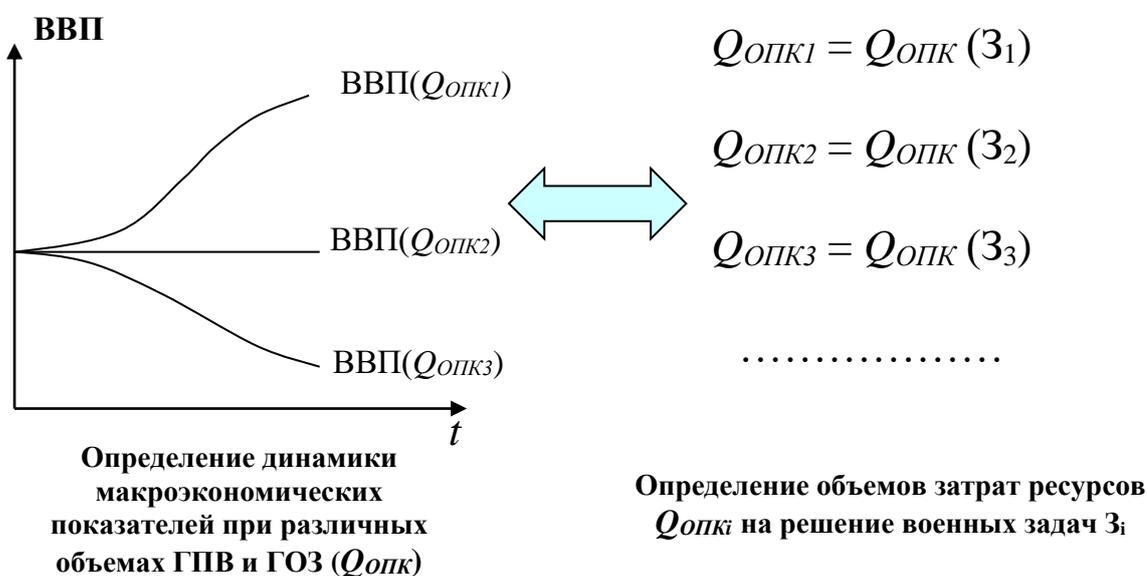
Во времена СССР оборонные потребности обладали безусловным приоритетом. В 90-е годы во время либеральных реформ ситуация кардинально изменилась, государственный оборонный заказ (ГОЗ) уменьшился в 10 раз, началась быстрая деградация оборонно-промышленного комплекса (ОПК), боеспособность армии резко упала. В начале 2000-х годов серьезность сложившейся ситуации была осознана, стали предприниматься меры по выходу из кризиса, возродился интерес к оборонным проблемам и к военной экономике. Однако, несмотря на принятие федеральных целевых программ, направленных на развитие ОПК, реальное финансирование оборонных программ проводилось очень осторожно. На финансирование статьи «Национальная оборона» и ГОЗ выделялась практически неизменная доля от ВВП: расходы на оборону были механически зафиксированы на уровне 2,6 - 2,7 % от ВВП, финансирование ГОЗ не превышало 1,0 % от ВВП, несмотря на катастрофическую нехватку современных вооружений в войсках. В начале десятых годов финансирование ГОЗ стало увеличиваться, но затем снова затормозилось. Реально в отношении военных расходов до сих пор реализуется «инерционная стратегия», приверженность к которой кроме политических факторов объяснялась еще и тем, что отсутствовал необходимый методический аппарат по обоснованию рациональных объемов финансирования военных расходов с позиций согласования потребностей как военной безопасности, так и экономического роста.

Понятно, что в условиях мирного времени развитие военной организации государства

должно осуществляться с учетом потребностей экономического развития страны. Слишком большие военные расходы могут стать разорительными для экономики. Однако при определенных условиях военные расходы могут помогать решению сугубо экономических проблем (повышение занятости, активизация потребительского спроса, усиление научно-технического прогресса и т.п.), способствовать экономическому росту (увеличение ВВП), стимулировать развитие гражданских отраслей промышленности. Более того, слишком низкий уровень гособоронзаказа неизбежно приводит к деградации наукоемкого сектора промышленности [167]. Согласование военных потребностей и экономических возможностей государства должно реализовываться в ходе долгосрочного, среднесрочного и краткосрочного планирования военного строительства, прежде всего, в процессе формирования государственной программы вооружения (ГПВ) и государственного оборонного заказа (ГОЗ). Определение рациональных размеров ГПВ и ГОЗ должно осуществляться путем итеративного решения двух задач:

оценка влияния размеров ГПВ и ГОЗ на макроэкономические и социальные показатели развития страны (поиск диапазонов объемов ГПВ и ГОЗ, обеспечивающих благоприятные макроэкономические пропорции);

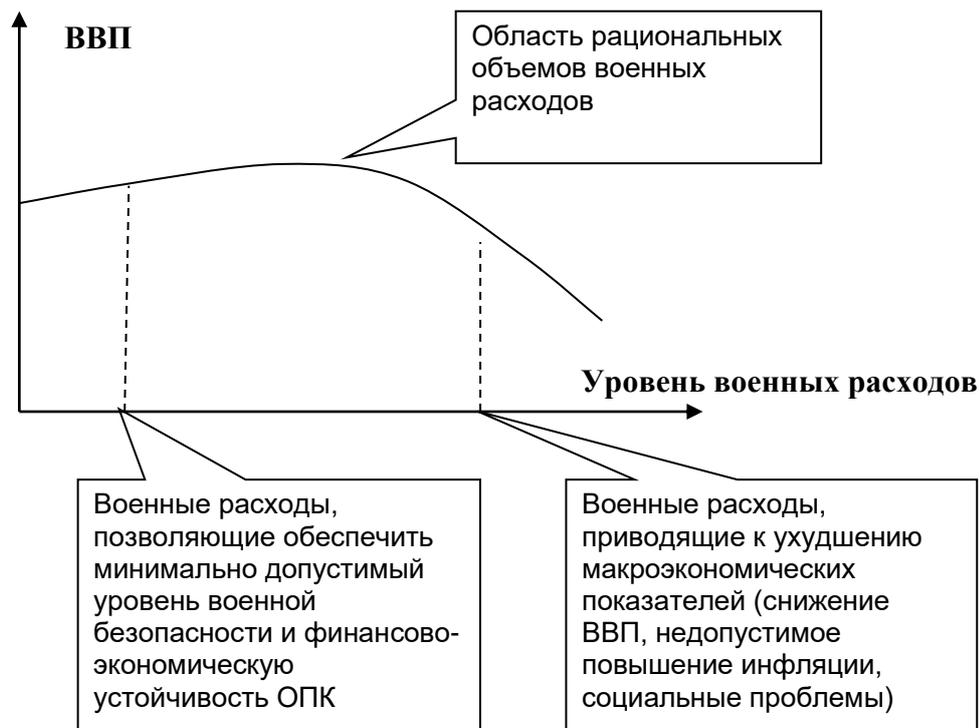
варьирование в этих диапазонах составом и возможными способами применения вооруженных сил с целью обеспечения выполнения требуемых военных задач (см. рисунок 3.1).



**Рисунок 3.1.** Схема синтеза показателей военной и экономической эффективности ГПВ и ГОЗ (рациональное значение военных расходов выбирается на основе критерия «эффективность – стоимость – реализуемость»)

Экономическая оптимизация (первая из указанных задач) имеет ключевое значение при долгосрочном и среднесрочном планировании - на стадии обоснования концепций строительства Вооруженных Сил и формирования ГПВ - и затем задает ресурсно-финансовые «рамки» для формирования ГОЗ и краткосрочного планирования. Это связано с тем, что экономическая оптимизация осуществляется исходя из долгосрочных планов обеспечения военной и экономической безопасности одновременно с формированием (и/или уточнением) экономической стратегии государства.

Смысл экономической оптимизации отражен на [рисунке 3.2](#).



**Рисунок 3.2.** Экономическое обоснование рациональных объемов военных расходов федерального бюджета

Для проведения такой оптимизации необходимы специализированные математические модели и методики, позволяющие описывать функционирование ОПК в составе экономики страны.

## 2. Используемая математическая модель

Математическая модель, предназначенная для определения влияния военных расходов на макроэкономические показатели, изложена в работах [168 - 170]. Ее основой является базовая модель (18) - (31) из раздела 4.1.2, адаптированная к решению поставленной задачи, с целью чего в нее введены дополнительные макроэкономические акторы «государство» и «ОПК» («государство» собирает налоги и формирует бюджет, в том числе определяет объем и структуру ГОЗ; «ОПК» производит продукцию военного назначения в соответствии с государственным заказом). Модель посредством системы дифференциальных уравнений описывает взаимодействие материальных и денежных потоков в соответствии со схемой, изображенной на рисунке 3.3.

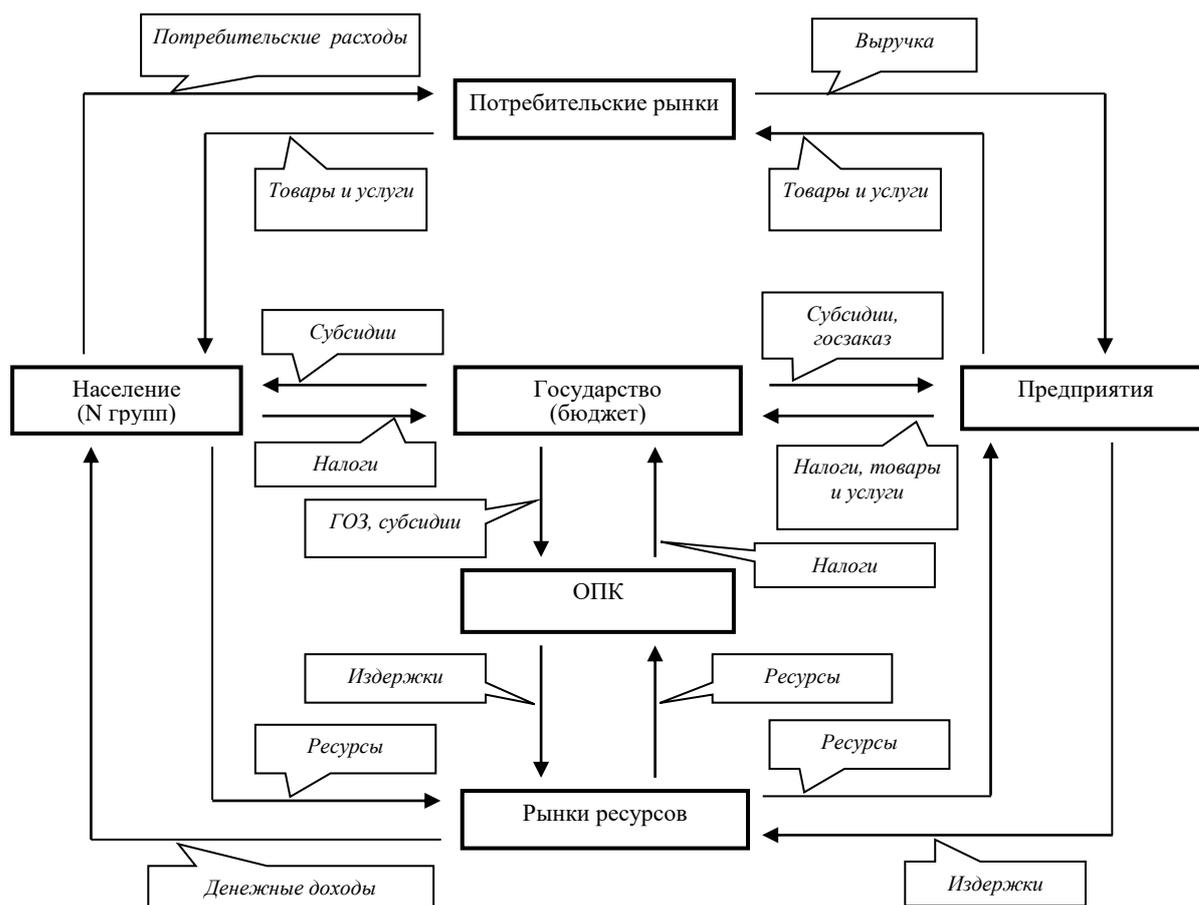


Рисунок 3.3. Схема расчетной динамической математической модели функционирования ОПК в составе экономики страны

С помощью этой модели возможна оценка изменения ключевых социально-экономических показателей – ВВП, уровня инфляции, параметров социально-экономической структуры общества, уровня потребления и др. – при изменении объемов и структуры военных расходов в рамках задаваемых сценариев.

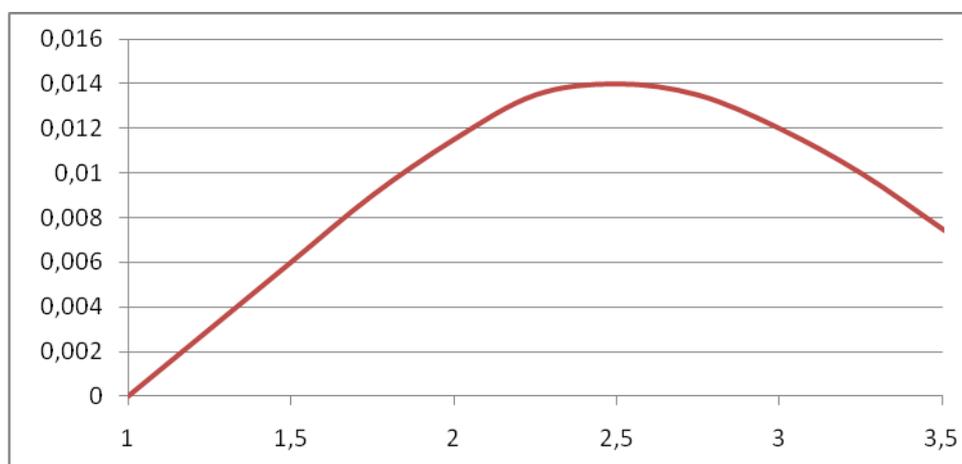
Работа с моделью проводится по схеме, описанной в разделе 4.1.2 применительно к модели (18) - (31). Моделирование влияния военных расходов на макроэкономические параметры проводится на основе параметрических расчетов по следующему алгоритму.

Сначала определяются параметры состояния экономики в предположении, что гособоронзаказ отсутствует:  $Q_{ОПК} = 0$ , где  $Q_{ОПК}$  - объем ГОЗ. Затем величину гособоронзаказа при проведении расчетов ступенчато увеличивают и, решая динамические уравнения модели в новых условиях, рассматривают, как изменятся параметры равновесных состояний экономики страны. Особое внимание должно уделяться изменению величины ВВП и параметров экономической структуры общества. Результаты моделирования оформляются в виде графиков, аналогичных графику на рисунке 3.2. Увеличение  $Q_{ОПК}$  целесообразно до тех пор, пока не будет наблюдаться ухудшение макроэкономических показателей. Дальнейший рост расходов на оборону не рационален (возможен только в случае непосредственной военной опасности), поскольку наносит вред развитию экономики. Меньшие расходы неразумны, поскольку при правильной государственной политике вложения в ОПК – это по сути вложения в развитие высоких технологий, в науку и человеческий потенциал, которые дадут отдачу некоторое время спустя. Иное использование этих средств может привести к их «проеданию», аккумуляции их у «элиты» с дальнейшим уводом за границу на счета иностранных

банков и т.п. Кроме того, снижение ГОЗ ниже критического уровня приведет к деградации ОПК, повышению безработицы, усилению социальной нестабильности и другим негативным последствиям. Соответственно, зная рациональную величину расходов на оборону (исходя из оптимизации общих макроэкономических показателей), можно более обоснованно подходить к формированию ГПВ и ГОЗ, стараясь выдерживать наиболее благоприятные для экономики страны пропорции. При этом с помощью модели можно оценить рациональные пути финансирования  $Q_{ОПК}$  – посредством перераспределения расходов и/или разумной налоговой политики и/или безыфляционной адресной эмиссии с целью увеличения оборотных средств предприятий и т.п.

### 3. Результаты сценарных расчетов

В качестве иллюстрации приведем пример использования данного подхода к анализу ситуации в стране после кризиса 2008-2009 годов. С использованием изложенной методики в 2009 году были проведены модельные расчеты применительно к ситуации 2007 года, то есть к докризисному периоду, для которого имелись надежные статистические данные. На [рисунке 3.4](#) представлены результаты расчетов (опубликованные в [171]), показывающие, как изменился бы физический объем ВВП ( $\Delta ВВП/ВВП$ ) при относительном увеличении ГОЗ по отношению к их фактическому объему. При проведении расчетов считалось, что дополнительное финансирование осуществляется за счет целевой эмиссии денежных средств без ущерба для других статей бюджета.



**Рисунок 3.4.** Относительное приращение физического объема ВВП ( $\Delta ВВП/ВВП$ , ось ординат, отн. ед.) при относительном увеличении ГОЗ (ось абсцисс, за единицу принят фактический объем ГОЗ в 2007 году)

Видно, что увеличение ГОЗ в 2007 году почти до трех раз по отношению к фактическим значениям (то есть до 2,7% от ВВП) могло бы привести к заметному увеличению физических объемов ВВП (при этом, как показывают расчеты, дополнительного роста инфляции не было бы, а общий физический выпуск гражданской продукции в РФ практически не изменился бы). При бóльшем увеличении ГОЗ, как показали расчеты, становятся существенными негативные тенденции («эффекты вытеснения»), что демонстрирует загиб графика на приведенном рисунке.

Анализ показал, что положительный эффект при увеличении ГОЗ связан с активизацией промышленного производства (причем, не только в ОПК, но и на предприятиях-смежниках), с повышением совокупного спроса, с улучшением экономической структуры общества. Важную роль играло наличие на предприятиях ОПК незадействованных производственных мощностей, что позволяло повышать выпуск

продукции без значительных затрат на увеличение основных средств предприятий.

Ситуация качественно сохраняется, если перейти от узко экономического рассмотрения к более широкому и в качестве оптимизируемых параметров использовать не ВВП, а показатели, характеризующие мощь государства и его вес в мировой системе. В качестве такого показателя можно использовать, например, «геополитический статус» (ГПС) [172], общая формула расчета которого имеет вид:

$$S(t) = FA(t) \cdot G(t), \quad (42)$$

где  $S(t)$  – статус в момент времени  $t$ ;  $G(t)$  – геополитический потенциал (ГПП), значение которого определяется по формуле:

$$G(t) = 0,5 (1 + X_M^{0,43}) X_T^{0,11} X_D^{0,19} X_E^{0,27}, \quad (43)$$

где  $X_i$  ( $i = T, D, E, M$ ) – доли государства в общемировых показателях в территориальной, демографической, экономической и военной сферах соответственно;  $FA(t)$  – «функция влияния», определяющая совокупное влияние остальных факторов, не связанных явно с геополитическим потенциалом (эффективность государственного управления, включенность страны в военные блоки и международные союзы, и т.п.).

На рисунке 3.5 представлены результаты расчетов, показывающие, как изменился бы геополитический потенциал ГПП России ( $\Delta ГПП/ГПП$ ) в 2007 году при относительном увеличении ГОЗ отношению к его фактическому объему (для тех же условий, как и на рис. 3.4).

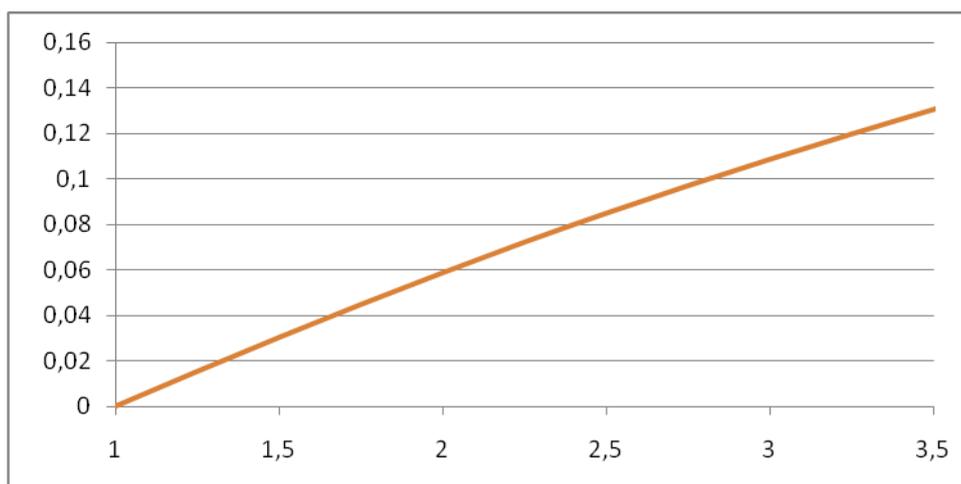


Рисунок 3.5. Относительное приращение геополитического потенциала России ( $\Delta ГПП/ГПП$ , ось ординат, отн. ед.) при относительном увеличении ГОЗ (ось абсцисс, за единицу принят фактический объем ГОЗ в 2007 году)

Видно, что увеличение ГОЗ до трех раз и выше по отношению к фактическим значениям в 2007 году способствовало бы увеличению ГПП России и повышению ее геополитического статуса. При этом обращает на себя внимание факт, что даже при тех значениях увеличения ГОЗ, при которых начинают проявляться негативные макроэкономические эффекты (см. рис.3.4), геополитический потенциал продолжает расти, что отражает важность оснащения ВС современными вооружениями в непростой

международной ситуации.

Важно отметить, что приведенные выше рекомендации о полезности для экономики существенного увеличения ГОЗ были реализованы в Государственной программе вооружения на 2011-2020 годы, в соответствии с которой в первой половине десятих годов объем ГОЗ был увеличен почти до 3% от ВВП. Это, по нашему мнению, помимо укрепления обороноспособности РФ способствовало выходу экономики страны из кризисного состояния, в котором она оказалась в 2008-2009 годах.

В нынешней сложной внешнеполитической ситуации рекомендации увеличить объем ГОЗ до не менее 3% от ВВП сохраняют свою силу. Более того, по нашему мнению, это необходимое условие достижения как военных, так и экономических целей страны<sup>8</sup>.

Анализ показывает, что положительные экономические эффекты от увеличения ГОЗ (по отношению к его современному уровню) во многом связаны с тем, что повышение финансирования ГОЗ (если только оно происходит не за счет снижения финансирования других программ) приводит к повышению монетизации российской экономики. Недостаточная монетизация, препятствующая экономическому росту – это серьезная проблема. Эту проблему и пути ее преодоления необходимо обсудить подробнее.

#### **4. О финансовой политике в современной России**

Результаты моделирования влияния финансирования ГОЗ на макроэкономические показатели выявили важную проблему развития экономики России, связанную с оптимизацией кредитно-денежной политики. Дискуссии по поводу того, какую кредитно-денежную политику должны проводить Министерство финансов и Центральный банк РФ не утихают уже много лет. Официальная позиция заключается в том, что главным препятствием экономического роста является инфляция. Поэтому основная цель денежных властей – добиться максимального снижения инфляции (прежде всего за счет ограничения роста денежной массы), после чего можно будет снизить процентные ставки, что в свою очередь приведет к активизации инвестиционных процессов и к экономическому росту [173].

Оппоненты этой позиции (в лице, например, Б.Ю.Титова [174] и С.Ю.Глазьева [175]) утверждают, что сдерживание инфляции – не самоцель, нужна последовательная монетизация российской экономики, повышение потребительского спроса, без которых экономический рост невозможен.

Разрешить этот спор можно только в случае, если есть возможность рассчитать последствия различных вариантов финансовой политики и сравнить их между собой. Для этого нужна специализированная математическая модель, позволяющая делать прогноз изменения макроэкономических показателей (ВВП, инфляции и др.) при различных сценарных условиях.

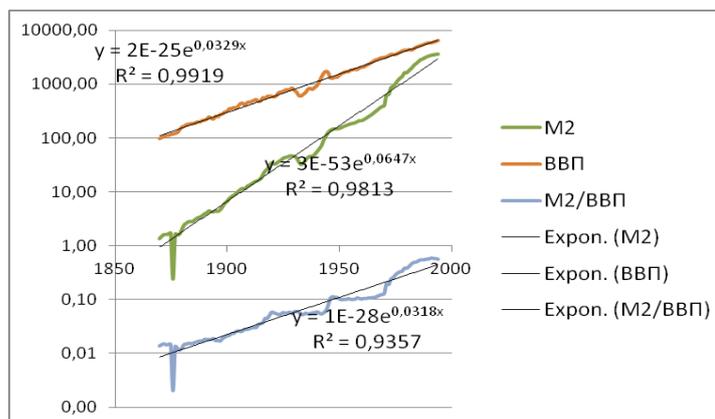
Модель, ориентированная на решение таких задач, описана в работе [146] и в главе 2. Формально в модели используется однопродуктовый подход (рассматривается единый агрегированный конечный продукт, производимый экономикой страны). При этом использование специального вида функции потребления позволяет учитывать особенности функционирования товаров разных типов и категорий. Основой модели является предположение о рыночном механизме формирования цены на потребляемый домашними хозяйствами продукт в результате установления баланса спроса и предложения. В модели рассматривается несколько групп населения, различающихся по своему участию в экономике и, соответственно, по своим экономическим характеристикам. Это позволяет исследовать влияние социальной и экономической структуры общества (т.е. распределения

---

<sup>8</sup> При этом необходимо отметить, что те выводы, которые были сделаны в главе 2 разделе 7 в отношении ФППИ (а именно, что увеличение финансирования ФППИ по сравнению с нынешним уровнем будет способствовать не только повышению обороноспособности страны, но и улучшению ряда важных социальных и экономических характеристик), справедливы и в отношении ГОЗ.

его членов по доходам) на динамику развития экономики.

В работе [146] с помощью данной динамической математической модели были проведены сценарные расчеты макроэкономической динамики РФ (реальный ВВП, номинальный ВВП, уровень инфляции) при различных вариантах финансовой политики государства. Результаты расчетов показали, что «заморозка» денежной массы M2 даже при нулевой инфляции приводит снижению реального ВВП, что экономический рост невозможен без роста M2 (действительно, увеличение выпуска продукции без соответствующего повышения денежного спроса приведет не к экономическому росту, а к кризису перепроизводства). Иллюстрацией этому является [рис.3.6](#), из которого следует, что рост экономики США на протяжении последних полутора веков сопровождался еще более быстрым ростом денежной массы и неуклонным увеличением уровня монетизации.



**Рисунок 3.6.** Динамика реального ВВП, денежной массы M2 и уровня монетизации (M2/ВВП) в США на протяжении последних полутора веков. Источник: [176]

В связи с этим становится понятно, что разговоры противников денежной эмиссии о ее вредности (поскольку она якобы неизбежно разгоняет инфляцию) – либо лукавство, либо непонимание макроэкономических процессов (для справки: средний ежегодный рост M2 в период 2001-2015 гг. составлял примерно 14%, в период 2016-2022 гг. – примерно 11%). Вопрос заключается не в том, нужна ли эмиссия (если мы хотим добиться экономического роста, то она необходима), а в том, каков должен быть ее темп и как вводить деньги в экономику, чтобы они способствовали росту реального ВВП, а не инфляции.

По результатам сделанных расчетов можно сделать следующие предварительные выводы:

в современных российских условиях увеличение денежной массы (за счет дефицита бюджета, предоставления дешевых кредитов и т.п.) будет способствовать увеличению реального ВВП;

увеличение пенсий и зарплат бюджетников – врачей, учителей, ученых и др. (то есть социальные расходы, вложения в человеческий капитал) не приведет к ухудшению макроэкономических показателей;

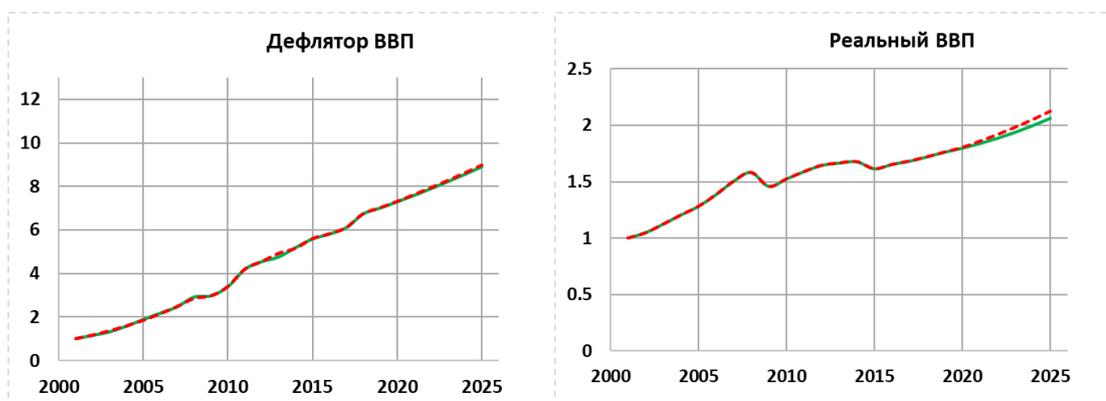
целевое направление дополнительных денежных средств в обрабатывающий сектор экономики (в том числе в ОПК) даст существенный прирост реального ВВП.

Важной задачей является создание конкретных механизмов целевого направления дополнительных денежных средств в обрабатывающий сектор экономики и в ОПК, минимизирующих риск раскачки инфляционных процессов. С помощью модели в работе [177]<sup>9</sup> была рассмотрена схема обеспечения реального сектора экономики финансовыми средствами в объеме до нескольких триллионов рублей за счёт выпуска в обращение

<sup>9</sup> Данные расчеты проводились при участии М.А. Минченкова, В.В. Водяновой, М.П. Заплетина.

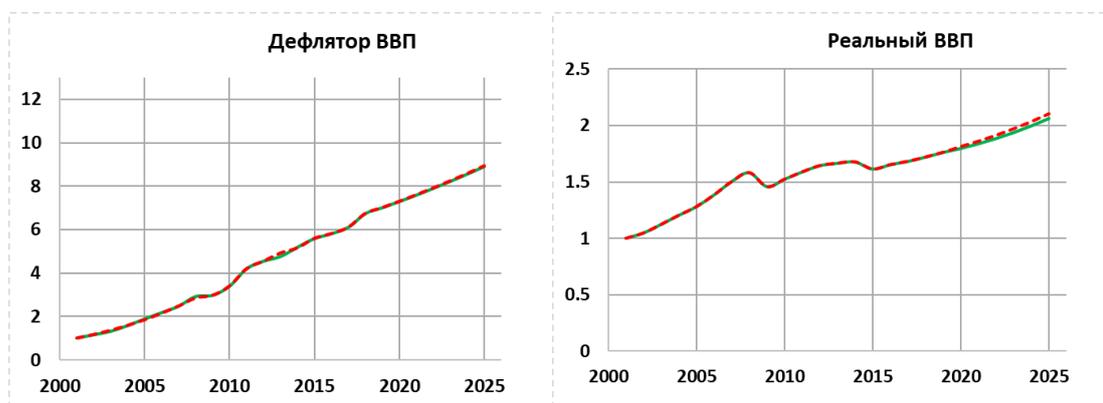
казначейских векселей различных номиналов и достоинств. Предполагалось, что казначейские векселя выпускаются под обеспечение не востребовавшихся средств, находящихся на счетах Казначейства и хранящихся в Центральном Банке. Ниже приведены результаты предварительных расчетов задействия данной схемы по двум сценариям (источник данных - работа [177]).

Сценарий 1. Выпуск казначейских векселей в размере 3 трлн рублей в год начиная с 2017 года для финансирования госзаказа (включая государственный оборонный заказ). Результаты расчета представлены на [рис.3.7](#). Дополнительные налоговые поступления по этому сценарию составляют 192 млрд рублей.



**Рисунок 3.7.** Результаты расчета для сценария 1 (штриховая линия) в сравнении с базовым сценарием (сплошная линия): левый график – динамика дефлятора ВВП, правый график – динамика реального ВВП (показатели 2001 года приняты за единицу)

Сценарий 2. Государственно-частное партнерство (50:50): выпуск казначейских векселей в размере 1,5 трлн рублей в год начиная с 2017 года для финансирования госзаказа (включая государственный оборонный заказ) с дополнительным привлечением частных средств в размере 1,5 трлн рублей под 8% годовых. Результаты расчета представлены на [рис.3.8](#). Дополнительные налоговые поступления по этому сценарию составляют 133,1 млрд рублей.



**Рисунок 3.8.** Результаты расчета для сценария 2 (штриховая линия) в сравнении с базовым сценарием (сплошная линия): левый график – динамика дефлятора ВВП, правый график – динамика реального ВВП (показатели 2001 года приняты за единицу)

Видно, что для обоих сценариев рассматриваемой схемы финансирования с задействованием казначейских векселей наблюдается дополнительный рост реального ВВП при том, что дополнительная инфляция будет малозначимой.

Таким образом, проведенные расчеты демонстрируют высокую эффективность предлагаемой схемы повышения монетизации экономики (включая финансирование ОПК и

ФППИ) и стимулирования ее роста.

## Список литературы

1. Власов М.П., Шимко П.Д. Моделирование экономических процессов. - Ростов н/д: Феникс, 2005.
2. Багриновский К.А, Матюшок В.М. Экономико-математические методы и модели (микроэкономика): Учеб. пособие. - М.: Изд-во РУДН, 1999.
3. Экономико-математические методы и модели: курс лекций / А.С.Гринберг, О.Б.Плющ, В.К. Шешолко. – 2-е изд., стер. – Мн.: Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь, 2005.
4. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике. - М.: Дело и сервис, 1999.
5. Кобелев Н.Б. Практика применения экономико-математических методов и моделей. - М.: Финстатинформ. 2000.
6. Нохрина Г.Л. Математическая экономика. Курс лекций. – Екатеринбург, 2013.
7. Попова. О.В. Математические модели в экономике и управлении. Конспект лекций. - М., 2012.
8. Поттосина С.А. Экономико-математические модели и методы: Учеб. пособие для студ. экон. спец. БГУИР всех форм обуч. / С.А.Поттосина, В.А. Журавлев. – Мн.: БГУИР, 2003.
9. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов/ В.В.Федосеев, А.Н. Гармаш, Д.М. Дайитбегов и др.; Под ред. В.В. Федосеева. - М.: ЮНИТИ,1999.
10. Хазанова Л.Э. Математическое моделирование в экономике. Учебное пособие. - М. БЕК, 1998.
11. Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе: Учеб. пособие для вузов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
12. Мамаева З.М. Линейные экономико-математические модели. - Нижний Новгород: ННГУ, 2012.
13. Самуэльсон П. Экономика. Том 1. - М.: НПО"Адгон", ВНИИСИ, "Машиностроение", 1993.
14. Вилкас Й.Э., Майминас Е.З. Решения. – М.:Радио и связь, 1981.
15. Данилов-Данильян В.И., Майминас Е.З. Модель // Математика и кибернетика в экономике. Словарь-справочник. - М.: Экономика, 1975.
16. Г.Б Клейнер Экономико-математическое моделирование и экономическая теория // Экономика и математические методы, 2001, т.37, №3, с. 1-25.
17. Атаева А.Г., Орешников В.В. Проблемы прогнозирования и сценарного моделирования социально-экономического развития территориальных систем // Проблемы прогнозирования и сценарного моделирования социально-экономического развития территориальных систем: сборник статей I Научной школы молодых ученых / под ред. д.э.н. Лавриковой Ю.Г.- Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2012.
18. А.М. Варюхин. Курс лекций: Моделирование экономических процессов. - Саратов: СГУ им. Н.Г.Чернышевского, 2014.
19. Г. Бондарчук, В. Середа, С. Шеметов. Макроэкономическое прогнозирование. Краткий обзор моделей, используемых для целей макроэкономического прогнозирования // vseswit.com.ua.
20. Galton, F. (1886). "Regression towards mediocrity in hereditary stature". The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland 15: 246–263. doi:10.2307/2841583.
21. Theil H. (1961). Economic Forecasts and Policy. Holland, Amsterdam: North.
22. Гребнев М.И. Построение агрегированной производственной функции для

экономики России // *European Social Science Journal*. 2013. № 12-1 (39). С. 438-445.

23. Hoerl A. E., Kennard R. W. Ridge regression: Biased estimation for non-orthogonal problems // *Technometrics*, 1970, vol. 3, no. 12, pp. 55-67.

24. Тихонов А. Н. Решение некорректно поставленных задач и метод регуляризации. – М.: ДАН, 1963, vol. 151, pp. 501-504.

25. Aitken, A. C. (1934). "On Least-squares and Linear Combinations of Observations". *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 55: 42–48.

26. Л.Н. Слуцкий. Обобщенный метод моментов. // *Прикладная эконометрика*, 2007, № 3(7), с. 119-133.

27. Wright, PG (1928) *The tariff on animal and vegetable oils*. Macmillan, New York.

28. Reiersol O. Confluence Analysis by Means of Lag Moments and Other Methods of Confluence Analysis // *Econometrica*. 9 January 1941. P. 1–24.

29. П. Эббес. Инструментальные переменные и эндогенность: нетехнический обзор // *Квантиль*, 2007, № 2, с. 3-94.

30. Stock, James H.; Trebbi, Francesco (2003). "Retrospectives: Who Invented Instrumental Variable Regression?". *Journal of Economic Perspectives (AEA)* 17 (3): 177–194.

31. Цыплаков, Александр (2007) Экскурсы в мир инструментальных переменных // *Квантиль*, No2, стр. 21–47.

32. Поллок, Стефен (2007) Оценивание структурных эконометрических уравнений // *Квантиль*, No2, стр. 49–59.

33. Park, S-B. (1974) "On Indirect Least Squares Estimation of a Simultaneous Equation System", *The Canadian Journal of Statistics / La Revue Canadienne de Statistique*, 2 (1), 75–82

34. Vajda, S.; Valko, P.; Godfrey, K.R. (1987). Direct and indirect least squares methods in continuous-time parameter estimation // *Automatica* 23 (6): 707–718.

35. Theil, Henri. 1953. *Repeated Least Squares Applied to Complete Equation Systems*. Mimeo. The Hague, Netherlands: Central Planning Bureau.

36. Basman, R.L. (1957). "A generalized classical method of linear estimation of coefficients in a structural equation". *Econometrica* 25 (1): 77–83.

37. Zellner, Arnold; Theil, Henri (1962). "Three-stage least squares: simultaneous estimation of simultaneous equations". *Econometrica* 30 (1): 54–78.

38. Anderson, T.W.; Rubin, H. (1949). "Estimator of the parameters of a single equation in a complete system of stochastic equations". *Annals of Mathematical Statistics* 20 (1): 46–63.

39. Sims, Christopher (1980). "Macroeconomics and Reality". *Econometrica* 48 (1): 1–48.

40. Engle, Robert F.; Granger, C. W. J. (1987). "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing". *Econometrica* 55 (2): 251–276.

41. Engle, Robert F. (1982). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation". *Econometrica* 50 (4): 987–1007.

42. Bollerslev, Tim (1986). "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity". *Journal of Econometrics* 31 (3): 307–327

43. Ковалева Г.Д. Применение теории временных рядов в экономических исследованиях: Курс лекций. - Новосибирск: Издательство НГУ, 2008.

44. Гренджер К., Хатанака М. Спектральный анализ временных рядов в экономике. – М.: Статистика, 1972.

45. Анютин А.П., Морозов Д.С. Вейвлет-анализ рядов Кондратьева // *Нелинейный мир*, 10:10 (2012), 696–699.

46. Т.А. Ратникова, К.К. Фурманов. Анализ панельных данных и данных о длительности состояний. Учебное пособие. – М.: Издательский дом высшей школы экономики, 2014.

47. Канторович Л.В. Математические методы организации планирования производства. - Л.: Издание Ленинградского государственного университета, 1939.

48. А.А. Белых. История российских экономико-математических исследований.

Первые сто лет. - М. Издательство ЛКИ, 2011.

49. Данциг Д. Линейное программирование, его применения и обобщения. — М., Прогресс, 1966.

50. Исследование операций в экономике: учеб. пособие для вузов / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман; под ред. Н. Ш. Кремера. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2013.

51. Нейман Дж. фон, Моргенштейн О. Теория игр и экономическое поведение. - М.: Наука, 1970.

52. Д. Расин. Непараметрическая эконометрика: вводный курс // Квантиль, № 4, 2008, с.7-56.

53. С.А. Айвазян. Байесовский подход в эконометрическом анализе // Прикладная эконометрика, 2008, №1 (9).

54. Зельнер А. (1980). Байесовские методы в эконометрике. Перевод с англ. - М.: Статистика.

55. Сошникова Л.А., Тамашевич В. Н., Уебе Г., Шефер М. Многомерный статистический анализ в экономике: Учеб. Пособие для вузов / Под ред. проф. В. Н. Тамашевича. - М.: ЮНИТИ – ДАНА, 1999.

56. Жуковская В.М., Мучник И.Б. Название: Факторный анализ в социально-экономических исследованиях. - М.: Издательство Статистика, 1976.

57. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях. Методы таксономии и факторного анализа. - М.: Статистика, 1980.

58. Благуш П. Факторный анализ с обобщениями. - М.: Финансы и статистика, 1989.

59. Толстова Ю.Н. Основы многомерного шкалирования. - М.: КДУ, 2006.

60. Tryon R.C. Cluster analysis. — London: Ann Arbor Edwards Bros, 1939.

61. Fisher, R.A. (1936). «The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems». *Annals of Eugenics* 7: 179–188.

62. Hotelling, H. (1936). "Relations Between Two Sets of Variates". *Biometrika* 28 (3–4): 321–377

63. Тюрина Д. Н. Использование методов Data Mining в анализе деятельности предприятия. // Бизнесинформ, 2013, № 3, с. 125-129.

64. Горбатков С.А., Полупанов Д.В., Макеева Е.Ю., Бирюков А.Н. Методологические основы разработки нейросетевых моделей экономических объектов в условиях неопределенности / Под ред. д.т.н., профессора Горбаткова С.А: Монография. - М.: Издательский дом «Экономическая газета», 2012.

65. Н. А. Белобородова. Генетический алгоритм поиска оптимального варианта роста производства в экономике муниципального образования // Информационно-управляющие системы, 2009, № 4, с.53-58.

66. Linetsky V., *The Path Integral Approach to Financial Modeling and Options Pricing // Computational Economics*. – 1998. – N.11 – P. 129-163.

67. Демидова А.В. Применение формализма континуальных интегралов в экономике // Тезисы XVII-ой конференции "Математика, компьютер, образование". Дубна, 25-30 января 2010, с. 288.

68. Buckley, J. Solving fuzzy equations in economics and finance // *Fuzzy Sets & Systems*, 1992, N 48.

69. Хил Лафуенте А.М. Финансовый анализ в условиях неопределенности. - Минск: Тэхнологія, 1998.

70. Fuzzysets. *Information and Control*. 1965; 8: 338–353.

71. Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов. - М. Финансы и статистика, 2002.

72. Кобелев Н.Б. Особенности имитационного моделирования сложных экономических систем. - М.: Дело, 2003.

73. Лычкина М.М. Имитационное моделирование экономических процессов. - М., 2005.
74. Снетков Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов. - М.: ЕАОИ, 2008.
75. Metropolis N. The Monte Carlo method / N. Metropolis, S. Ulam. – J. Amer. Stat. Assoc. A949) 44, № 247, P.335–341
76. Бакаев Н.Ю. Методы статистических испытаний в экономике и финансах: Учебное пособие. - М.: МИФИ, 2007.
77. Б. Эфрон. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. - М.: Финансы и статистика, 1988.
78. С. Анатольев. Эконометрический ликбез: бутстрап. Основы бутстрапирования // Квантиль, 2007, № 3, с. 1-66
79. М.Ф. Гумеров. Ретроспективный и феноменологический анализ математического моделирования в экономической науке // Экономическая теория, анализ, практика, 2014, №6, с. 35-52.
80. Cobb, C. W.; Douglas, P. H. (1928). "A Theory of Production". American Economic Review 18 (Supplement): 139–165.
81. Клейнер Г.Б. Производственные функции: теория, методы, применения. - М.: Финансы и статистика, 1986.
82. Кириллюк И.Л. Модели производственных функций для российской экономики // Компьютерные исследования и моделирование, 2013, т.5, №2, с.293-312.
83. Институт инноватики. [www.i.i.spb.ru](http://www.i.i.spb.ru). Научные и учебно-методические разработки Института инноватики. Производственные функции в управлении проектами.
84. Агапов И.И. История экономической мысли. Курс лекций. - М.: Ассоциация авторов издателей "ТАНДЕМ". Издательство ЭКМОС, 1998 г.
85. Поддубный В. В. Оптимальная стабилизация рынка, описываемого модифицированной моделью Вальраса — Маршалла / В. В. Поддубный // Обработка данных и управление в сложных системах. Вып. 6 : сборник статей. Томск, 2004. Вып. 6. С. 161-171.
86. Leontief W. Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States // The Review of Economic Statistics, 18(3), August 1936, p. 105-125.
87. Vonn Neumann J., "Uber ein ekonomisches Gleichungssystem und eine Verallgemeinerung des Brouwerschen Fixpunktsatzes," Ergebnisse eines mathematischen Kolloquiums, No. 8 (1937), pp. 73-83, translated as, "A Model of General Economic Equilibrium," Review of Economic Studies, Vol. 13, No. 33, (1945-46) pp. 1-9.
88. Абакумов А.И. Модели Неймана - Гейла. - Владивосток: ДВГУ, 2004.
89. Irving Fisher, assisted by Harry G. Brown. The Purchasing Power of Money: Its Determination and Relation to Credit, Interest and Crises. New York: Macmillan. 1911.
90. Keynes, John Maynard, (1936) The General Theory of Employment, Interest and Money, London: Macmillan (reprinted 2007)
91. Hicks, J. R. (1937). "Mr. Keynes and the 'Classics': A Suggested Interpretation". Econometrica 5 (2): 147–159. doi:10.2307/1907242.
92. Hansen, A. H. (1953). A Guide to Keynes. New York: McGraw Hill.
93. Mundell, R. "Capital Mobility and Stabilization Policy under Fixed and Flexible Exchange Rates," Canadian Journal of Economics and Political Science, Vol. 29 (November), 1963, pp. 475–85.
94. Fleming, J. 1962, "Domestic Financial Policies Under Fixed and Under Floating Exchange Rates," Staff Papers, International Monetary Fund, Vol. 9 (November), pp. 369–79.
95. Arrow, K. J.; Debreu, G. (1954). "Existence of an equilibrium for a competitive economy". Econometrica 22 (3): 265–290.
96. Б.Г. Серебряков. Теории экономического равновесия. - М. Мысль. 1973.

97. Алексеев А.В. Межстрановая и многоотраслевая вычислимая модель общего равновесия. /Препринт # WP/2007/2017. - М: ЦЭМИ РАН, 2007.
98. А. Микушева. Оценивание динамических стохастических моделей общего равновесия // Квантиль, 2014, № 12, с. 1-21.
99. Kydland F. and Prescott E. Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans // Journal of Political Economy, 1977, № 85, pp. 473-490.
100. Lundberg E. Studies in the theory of economic expansion/ E.Lundberg. –London: King, 1937.
101. Harrod R.F. The trade cycle/ R.F.Harrod. – Oxford, 1936.
102. Harrod R.F. An essay in dynamic theory / R.F.Harrod // Economic Journal. 1939, March. V. 49. P. 14-33.
103. Harrod R.F. Towards a dynamic economics: some recent developments of economic theory and their application to policy / R.F.Harrod. London: Macmillan, 1948. То же на рус. яз.: Харрод Р.Ф. К теории экономической динамики: Новые выводы экономической теории и их применение в экономической политике / Пер. с англ. / Р.Ф.Харрод. – М.: ГелиосАРВ, 1999.
104. Domar E.D. Capitalexpansion, rateofgrowth, andemployment / E.D.Domar // Econometrica. 1946, April. №14. P. 137-147.
105. Solow R.M. A contribution to the theory of economic growth / R.M.Solow // Quarterly Journal of Economics. 1956, February. V. 70.№ 1.P. 65-94.
106. Swan T.W. Economic growth and capital accumulation/ T.W.Swan// Economic Record. 1956, November. V. 32.№ 2. P. 334-361.
107. Samuelson P. A. (1958) An exact Consumption-Loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money. Journal of Political Economy, 66 (6), pp. 467—482.
108. Diamond P. A. (1965) National Debtin Neoclassical Growth Model. American Economic Review, 5 (5), pp. 1126—1150.
109. Romer P.M. Increasing returns and long-run growth / P.M.Romer // Journal of Political Economy. 1986, October .V. 94. P. 1002-1037.
110. Lucas R.E. On the mechanics of economic development/ R.E. Lucas// Journal of Monetary Economics. 1988, July. №22. № 1.P. 3-42.
111. Симонов П.М. Экономико-математическое моделирование. Моделирование микро- и макроэкономических процессов и систем. учеб. пособие. – Пермь: Перм. гос. ун-т, 2010.
112. Национальная экономика: Учебник. Под общей ред. В.А. Шульги. - М.: Изд-во Рос. Экон. Акад, 2002.
113. А.С. Красильников. Развитие теории экономического роста в XX веке. Диссертация. 2007.
114. Я. Тинбэрхэн, Х. Бос. Математические модели экономического роста. - М.: Прогресс, 1967.
115. П.А. Ореховский. Современные проблемы экономического роста. – Омск, ОмГУ, 2006.
116. Р.Э. Лукас. Лекции по экономическому росту. – М.: Изд-во Института Гайдара, 2013.
117. Р. Дж. Баро, Х. Сала-и-Мартин. Экономический рост. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
118. В.-Б. Занг Синергетическая экономика. Время и перемены в нелинейной экономической теории: Пер. с англ. — М.: Мир, 1999.
119. Пу Т. Нелинейная экономическая динамика. - Ижевск: Удмуртский университет, 2000.
120. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. - М.: Изограф, 1997.

121. Петров Л.Ф. Методы динамического анализа экономики: Учеб. пособие. — М.: ИНФРА-М, 2010.
122. Д.А. Козлов. Методы нелинейной динамики в моделировании макроэкономических процессов. // Сборник научных трудов. Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. - М. МАКС Пресс, 2003.
123. Н.В. Катаргин. Моделирование экономических и социальных систем с использованием нелинейной динамики (учебное пособие). - М., 2006.
124. В.А. Дыхта. Динамические системы в экономике. Введение и анализ одномерных моделей. - Иркутск. Издательство БГУЭиП, 2003.
125. Казанцев Э.Ф. Математика. Раздел 5. Математические модели в экономике. Тетрадь 5.1: Учебно-методическое пособие для менеджеров и экономистов. - М.: Международный университет в Москве, 2008.
126. Моделирование экономической динамики: Учебное пособие / Клебанова Т.С., Дубровина Н.А., Полякова О.Ю., Раевнева Е.В., Милов А.В., Сергиенко Е.А. – Харьков: Издательский дом "ИНЖЭК", 2005.
127. Лебедев В.В. Математическое моделирование социально-экономических процессов. - М. Изограф, 1997.
128. Пугачева Е.Г., Соловьев К.Н. Самоорганизация социально-экономических систем: Учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2003.
129. М.Ю. Романовский, Ю.М. Романовский. Введение в эконофизику. Статистические и динамические модели. - М.-Ижевск, Институт компьютерных исследований. НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2007.
130. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. О проблемах физической экономики // Успехи физических наук, 2002, том 172, № 9, с. 1045-1066.
131. Малков С.Ю. Моделирование экономического роста и международной торговли. Ловушка сырьевых стран // Информационные войны, 2012, №2(22), с.36-47.
132. Малков С.Ю. Моделирование взаимодействия между богатыми и бедными странами // Финансы и реальный сектор: взаимодействие и конкуренция. – СПб.: Нестор-История, 2013, с.68-87.
133. Малков С.Ю. Моделирование экономического роста и международной торговли. Ловушки экспортно-ориентированных развивающихся стран // Комплексный системный анализ, математическое моделирование и прогнозирование развития стран БРИКС: Предварительные результаты / Отв. ред. А.А.Акаев, А.В.Коротаев, С.Ю.Малков. – М.: КРАСАНД, 2014, с.32-63.
134. Малков С.Ю., Билюга С.Э., Давыдова О.И. Моделирование макроэкономической динамики развивающихся стран с учетом влияния внешней торговли // Экономика и управление: проблемы, решения, 2017, т.3, №5, с.101-110.
135. Малков С.Ю., Билюга С.Э., Давыдова О.И. Монетизация российской экономики: возможности математического моделирования // Экономика и управление: проблемы, решения, 2016, т.2, №7, с.17-24.
136. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. Базовая динамическая модель экономики России (Инструмент поддержки принятия решений) // Препринт ФИАН № 1, 2001.
137. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Щербаков А.В. Динамическая модель поведения общества. Синергетический подход к экономике // Новое в синергетике: Взгляд в третье тысячелетие. – М.: Наука, 2002. – с.239-291.
138. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Малков С.Ю., Коссе Ю.В., Щербаков А.В. Модель современной макроэкономики России // Сценарий и перспектива развития России / Под ред. В.А.Садовниченко, А.А.Акаева, А.В.Коротаева, Г.Г.Малинецкого. – М.: ЛЕНАНД, 2011, с.126-159.

139. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Малков С.Ю., Коссе Ю.В., Щербаков А.В. Модель макроэкономической динамики современной России // Стратегическая стабильность, 2010, №1(50), с.2-19.
140. Малков С.Ю., Давыдова О.И., Билюга С.Э. Макроэкономическая производственная функция: эмпирический межстрановой анализ // Анализ и моделирование мировой и страновой динамики: экономические и политические процессы / Отв. ред. С.Ю.Малков, Л.Е.Гринин. - М.: Московская редакция издательства «Учитель», 2016, с.7-26.
141. Малков С.Ю., Авинова А.Н., Кириллук И.Л. Моделирование возрастающей и убывающей отдачи в замкнутой экономике // Феномен возрастающей отдачи в экономике и политике: сборник научных трудов / под ред. С.Г.Кирдиной и В.И.Маевского. – СПб.: Алетейя, 2014, с.243-265.
142. Малков С.Ю. Моделирование возрастающей и убывающей отдачи в открытой экономике // Феномен возрастающей отдачи в экономике и политике: сборник научных трудов / под ред. С.Г.Кирдиной и В.И.Маевского. – СПб.: Алетейя, 2014, с. 266-293.
143. Федеральная служба государственной статистики: <http://www.gks.ru>.
144. World Development Indicators Online. Washington DC: World Bank. <http://data.worldbank.org/indicator/>.
145. Министерство экономического развития Российской Федерации. Картина экономики. Август 2018 года.
146. Малков С.Ю., Старков Н.И., Давыдова О.И. Сценарное моделирование экономического развития России с использованием динамической модели // Экономика и управление: проблемы, решения, 2017, т.3, №5, с.111-119.
147. Kendrick J. W. 1979. Expanding Imputed Values in the National Income and Product Accounts // The Review of Income and Wealth, 25(4), p.350–354.
148. Gemmell N. Evaluating the impacts of human capital stocks and accumulation on economic growth: some new evidence, Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 1996, 58(1), p.9–28.
149. Капелюшников Р. Спрос и предложение высококвалифицированной рабочей силы в России: кто бежал быстрее? // Вопросы экономики, 2012, №2–3.
150. Liu G. Measuring the Stock of Human Capital for Comparative Analysis: an Application of the Lifetime Income Approach to Select Countries, OECD. 2011.
151. Kwon D.B. Human Capital and Its Measurement, The 3rd OECD World Forum on “Statistics, Knowledge and Policy” Charting Progress, Building Visions, Improving Life Busan. 2009.
152. Kisiel R., Lubowiedzka M. Human Capital in Modern Economy - Importance, Methods of Measurement and Investments, Olsztyn Economic Journal, 5(1). 2010.
153. Кириллук И.Л. Модели производственных функций для российской экономики. // Компьютерные исследования и моделирование. Т.5. №2. 2013; Клочков В.В. Человеческий капитал и его развитие. Экономическая теория. Трансформирующаяся экономика/ Под ред. И.П. Николаевой. – М.: ЮНИТИ. 2004; Русяк И.Г., Кетова К.В. Учет человеческого капитала при моделировании экономической системы региона // Вестник МГУ. Серия "Экономика". 2008. №3, с.40–51; Dublin L. I. Health and Wealth, a Survey of the Economics of World Health, New York: Harper & Bros. 1928
154. United Nations Development Program reports <http://www.undp.org/content/undp/en/home/presscenter/pressreleases/2011/11/03/2011-human-development-report-pacific-islands-progress-jeopardized-by-inequalities-and-environmental-threats.html>
155. Human Development Report. 20th Anniversary Editor. The Real Wealth of Nations: Pathways. 2010.
156. Human Development Report. Sustaining Human Progress Reducing Vulnerabilities

and Building Resilience. Technical notes. 2014. P.2.

157. Against the Human Development Index, Bryan Caplan. Library of Economics and Liberty [http://econlog.econlib.org/archives/2009/05/against\\_the\\_hum.html#](http://econlog.econlib.org/archives/2009/05/against_the_hum.html#)

158. Liu G. Measuring the Stock of Human Capital for Comparative Analysis: an Application of the Lifetime Income Approach to Select Countries, OECD. 2011.

159. Ильинский И.В. Инвестиции в будущее: образование в инвестиционном воспроизводстве. - СПб.: Изд-во СПбУЭФ, 1996, с.250.

160. Русяк И.Г., Кетова К.В. Учет человеческого капитала при моделировании экономической системы региона // Вестник МГУ. Серия "Экономика". 2008. №3, с.40–51.

161. Малков С.Ю., Болохова К.А., Давыдова О.И. Модель оценки и прогноза развития человеческого капитала // Экономика и управление: проблемы, решения, 2016, т.2, №7, с.7-16.

162. В. А. Садовничий, А. А. Акаев, А. В. Коротаев, С. Ю. Малков Качество образования, эффективность НИОКР и экономический рост: Количественный анализ и математическое моделирование. – М.: ЛЕНАНД, 2016.

163. Федеральная служба государственной статистики. Демография. Активная ссылка:

[http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/)

164. Михалева М.Н., Давыдова О.И. Оценка состояния воспроизводства человеческого капитала в научной сфере России // Социология образования, 2014, № 9, с. 57 – 75.

165. <http://www.sipri.org/yearbook/2013>

166. <http://www.cbo.gov>

167. Long-Term Implications of Current Defence Plans Summary Update for Fiscal Year 2007. Congressional Budget Office. October, 2006.

168. Чернавский Д.С., Старков Н.И., Малков С.Ю., Коссе Ю.В., Щербаков А.В. Модель современной макроэкономики России // Сценарий и перспектива развития России / Под ред. В.А.Садовничего, А.А.Акаева, А.В.Коротаева, Г.Г.Малинецкого. – М.: ЛЕНАНД, 2011, с.126-159.

169. Малков С.Ю., Чернавский Д.С., Коссе Ю.В., Старков Н.И., Щербаков А.В. Влияние военных расходов на экономику: сколько платить за военную безопасность? // Сценарий и перспектива развития России / Под ред. В.А.Садовничего, А.А.Акаева, А.В.Коротаева, Г.Г.Малинецкого. – М.: ЛЕНАНД, 2011, с.288-304.

170. Малков С.Ю., Ковалев В.И., Коссе Ю.В. К вопросу об определении оптимальной величины оборонных расходов государства // Стратегическая стабильность, 2007, №2, с.72-76.

171. Малков С.Ю., Чернавский Д.С., Кравченко А.Ю., Смирнов С.С., Коссе Ю.В., Старков Н.И. Сколько платить за военную безопасность? // Экономические стратегии, 2014, №10(126), с.24-31.

172. Коняхин Б.А., Подкорытов Ю.А., Винокуров Г.Н. Методический подход к исследованию некоторых аспектов глобальной стратегической стабильности на основе математического моделирования динамики геополитических статусов государств // Стратегическая стабильность, 2006, №1, с.9-16.

173. А.Кудрин, Е.Горюнов, П.Трунин. Стимулирующая денежно-кредитная политика: мифы и реальность // Вопросы экономики, 2017, №5, с.5-28.

174. Титов Б.Ю. и др. Среднесрочная программа социально-экономического развития страны до 2025 года «Стратегия роста». - М.: Институт экономики роста им. П. А. Столыпина, 2017.

175. Глазьев С.Ю. О таргетировании инфляции // Вопросы экономики, 2015, № 9, с. 24-135.

176. Румянцева С.Ю. Длинные волны в экономике: многофакторный анализ. - СПб.:

Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2003.

177. Малков С.Ю. Математическое моделирование как метод оценки финансовой политики государства и ее последствий // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии, 2018, №1 (ч.1), с.77-80.