



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 125 за 2020 г.



ISSN 2071-2898 (Print)  
ISSN 2071-2901 (Online)

В.И. Антипов, Н.А. Митин,  
А.М. Шашев

Макроэкономическая  
имитационная модель  
развития экономики США

**Рекомендуемая форма библиографической ссылки:** Антипов В.И., Митин Н.А., Шашев А.М. Макроэкономическая имитационная модель развития экономики США // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2020. № 125. 47 с. <https://doi.org/10.20948/prepr-2020-125>  
<https://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2020-125>

**Ордена Ленина  
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ  
имени М.В.Келдыша  
Российской академии наук**

**В.И. Антипов, Н.А. Митин, А.М. Шашев**

**Макроэкономическая имитационная  
модель развития экономики США**

**Москва – 2021**

В.И. Антипов, Н.А. Митин, А.М. Шашев

### Макроэкономическая имитационная модель развития экономики США

В данной работе рассматривается вопрос построения модели экономики США, отражающей материальный аспект воспроизводства ВВП, используя отчётность системы национальных счетов.

Проведён обзор и анализ существующих методов построения моделей экономики стран, построена система уравнений модели, основанная на показателях системы национальных счетов США и описывающая материальный аспект воспроизводства и потребления ВВП, занятость населения, оплату труда и другие показатели. Предложен сценарий инерционного развития, с помощью которого получен прогноз макроэкономических характеристик экономики США до 2032 года. Описаны границы применимости модели.

*Ключевые слова:* общие сведения о СНС, балансовые уравнения, метризация показателей, фундаментальные характеристики экономики, список уравнений модели.

V.I. Antipov, N.A. Mitin, A.M. Shashev

### Macroeconomic simulation model of the US economy development

This paper discusses the issue of building a model of the US economy, reflecting the material aspect of the reproduction of GDP, using the reporting of the system of national accounts.

A review and analysis of existing methods for constructing models of the economies of countries is carried out, a system of model equations is built, based on the indicators of the US national accounts system and describing the material aspect of the reproduction and consumption of GDP, employment of the population, wages and other indicators. A scenario of inertial development is proposed, with the help of which a forecast of the macroeconomic characteristics of the US economy until 2032 is obtained. The limits of applicability of the model are described.

*Key words:* general information about the SNA, balance equations, metrization of indicators, fundamental characteristics of the economy, a list of model equations.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 19-010-00423)

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Понимание практической важности построения модели мировой экономики и первые попытки формального описания были сделаны в докладах Римского клуба ещё в 60-х годах прошлого века. Они вызвали живой отклик среди руководителей мировых корпораций, экономистов и социологов, которые приветствовали форму исследований и спорили об актуальности исследований. По мере увеличения количества докладов усиливались споры о точности прогнозов. Это привело к усложнению моделей и увеличению их размерности. Сбор и обработка отчётности различных стран стали одной из основных трудностей построения мировой модели.

Эта проблема была признана и ООН, экономическая комиссия которой с 1945 года занимается унификацией экономических показателей различных стран. ООН в сотрудничестве с Европейской комиссией, МВФ, Организацией экономического сотрудничества и развития и с Всемирным банком разработали и выпустили международный стандарт сбора и представления унифицированной отчётности каждой страны. Последняя редакция этого стандарта называется «Система национальных счетов 2008 года (СНС-2008)» [1]. В нём описаны основные экономические показатели и методики их составления. Благодаря этому стандарту можно сравнить состояния экономик различных стран между собой и строить модели динамик макроэкономических показателей любой страны. Следующим шагом уже может стать построение модели мировой экономики.

Существует множество моделей экономик стран. Основные модели описаны в вузовских учебниках [2, 3] и являются общеизвестными и хорошо изученными. Кратко рассмотрим часть из них.

### Модель Солоу

Рассмотрим рабочие гипотезы модели Солоу:

- национальный доход:  $Y_t = F(K, L, E)$ ;
- технологический процесс:  $E_t = E_0 \cdot \exp(gt)$ ;
- инвестиции:  $I_t = s \cdot Y_t$ ;
- конечное потребление:  $C_t = (1-s) \cdot Y_t$ ;
- динамика капитала:  $K_t = K_{t-1} + I_t - \delta \cdot K_t$ ;
- численность занятых:  $L_t = L_0 \cdot \exp(nt)$ ;
- баланс распределения национального дохода:  $Y_t = C_t + I_t$ .

Здесь  $E$  – общефакторная производительность;  $s$  – норма сбережения, показывающая, какая часть дохода сберегается;  $\delta$  – норма выбытия капитала,  $n$  – рост населения,  $g$  – темп технологического прогресса. Необходимо отметить, что  $s$ ,  $\delta$ ,  $n$ ,  $g$  постоянны и задаются экзогенно. В качестве функциональной за-

в зависимости  $F$  часто берут производственную функцию Кобба–Дугласа:  $Y_t = A \cdot K_t^\alpha \cdot L_t^{1-\alpha}$ , где  $A$  обозначает технологический прогресс.

Здесь приведено краткое описание системы уравнений. Подробнее данная модель описана в работе [4].

Система модели Солоу – гидравлическая аналогия движения потоков стоимостей в процессе воспроизводства национального дохода. Исследуется динамика потока вновь созданной стоимости (генерируемой «насосом» – производственной функцией) в зависимости от положения «заслонки» – нормы инвестиций  $s$ . Вводится понятие сбалансированного роста, когда факторы производства и показатели  $C$ ,  $Y$ ,  $L$ ,  $K$  возрастают с одинаковым темпом. Показано, что экономическое развитие асимптотически стремится к сбалансированному росту независимо от значения  $s$ .

Недостатки данной модели: она не показывает, как решения домохозяйств влияют на  $s$  и, совместно с решениями сектора корпораций, как они будут вместе влиять на темпы роста экономики; для корректной работы модели необходимо непрерывное достижение максимальной загрузки мощностей производства.

Один из выводов, который можно сделать из анализа модели, – бедные страны должны расти быстрее богатых со схожими структурными параметрами, однако в реальности этого не происходит.

### Модель Рамсея-Касса-Купманса

Рассмотрим рабочие гипотезы [5]. Все показатели рассматриваются на одного работника. Время дискретно.

- национальный доход:  $Y_t = F(K_t)$ ;
- инвестиции:  $I_t = s \cdot Y_t$ ;
- конечное потребление:  $C_t = F(K_t) - I_t$ ;
- динамика капитала:  $K_t = K_{t-1} + I_t$ ;
- переменная норма накопления:  $I_t = s_t \cdot Y_t$ ;
- полезность  $v(C_t)$  сначала растёт вместе с  $C_t$ , а затем падает до нуля.

Цель экономического развития системы заключается в максимизации

суммы полезностей по времени:  $\max \sum_{t=0}^N a^t \cdot v(C_t)$ .

Недостатки – модель объясняет основные макроэкономические закономерности, однако не объясняет причин мирового экономического роста.

### Модель Самуэльсона-Хикса

Рассмотрим рабочие гипотезы модели Самуэльсона-Хикса [6]:

- конечное потребление как линейная функция национального дохода за предыдущий период:  $C_t = a \cdot Y_{t-1} + b$ ,  $0 < a < 1$ ,  $b > 0$ ,  $b$  – автономное потребление,  $a$  – склонность к потреблению;

- текущие инвестиции, которые зависят от приращения национального дохода за предыдущий период:  $I_t = v \cdot (Y_{t-1} - Y_{t-2})$ ,  $v$  – коэффициент акселерации;
- баланс распределения национального дохода:  $Y_t = C_t + I_t$ .

В результате подстановок получается дифференциальное уравнение в конечных разностях второго порядка:

$$Y_t = (a + v) \cdot Y_{t-1} - v \cdot Y_{t-2} + b.$$

Далее исследуются решения для различных значений корней характеристического полинома, соответствующего исходному дифференциальному уравнению. Показано, что при определённом значении корней характеристического уравнения траектория  $Y_t$  может иметь автоколебания.

Недостатки модели: описываемые процессы имеют периодический характер, и модель Самуэльсона-Хикса идеалистична, она не учитывает многих факторов: ситуацию на денежном рынке, изменение налогов и другие.

Существуют также модели Леонтьева-Форда, Клейна–Голдберга, Уортона и так далее. Основные их недостатки – сложность сбора информации, её обработки и несоответствия предположений моделей и действительности (более подробно недостатки были описаны выше). Так, например, открытая модель Леонтьева содержит более 2600 уравнений и отражает детали развития 15 регионов мира.

В работе [7] было показано, что модель мировой экономики может быть составлена как композиция моделей отдельных стран. Для создания большого количества моделей отдельных стран важна единая статистика. Унифицированная и открытая СНС–статистика удовлетворяет данному требованию.

Что касается моделей, использующих отчётность СНС в России, то существуют однопродуктовые модели Макарова [8] и Антипова [9], в которых описываются динамики воспроизводства ВВП России. Ещё есть работы, использующие отчётность РФ для прогноза поведения экономики регионов, например [10, 11, 12].

Для дальнейшего изложения кратко рассмотрим бюджетный процесс в США. На сегодняшний день, в США есть публикации детальных оценок прогнозов поступлений и расходов бюджета и прогнозы влияний возможных государственных законопроектов на экономику страны до 2030 года. В США существует два независимых органа, создающих рассмотренные выше прогнозы, – это Административно-бюджетное управление при Президенте США (Office of Management and Budget) и Бюджетное управление Конгресса (Congressional Budget Office). Полное описание бюджетной системы США есть в работе [14].

Что касается прогнозов роста ВВП в США, то существует модель долгосрочного прогнозирования СВЛТ (Congressional Budget Office Long-Term model), разработанная Бюджетным управлением Конгресса и имеющая горизонт прогноза 75 лет. Она является одним из основных инструментов учёта влияния принятия текущих управленческих решений в долгосрочном периоде.

Модель SBOLT состоит из четырёх контуров: демографический контур; контур, описывающий отдельных лиц; проект долгосрочного бюджетирования; и макроэкономический контур.

Статистика, которая подаётся на вход, состоит из множества источников, но её основную часть составляет закрытый набор данных по 300000 человек, содержащий историю доходов, расходов, отработанных часов и других показателей, начиная с 1951 года. Разумеется, этот массив данных отсутствует в свободном доступе. Из этого набора данных случайным образом создаётся выборка объёмом 10% от исходной и используется в модели.

Модель основана на методе Монте-Карло, когда с помощью случайных выборок создаётся множество прогнозных траекторий. Далее по их плотности распределения делаются оценки, публикуемые в качестве прогнозов. Входными параметрами являются: смертность, рождаемость, иммиграция, заболеваемость и инвалидность, совокупная производительность факторов производства, индекс потребительских цен как показатель инфляции, разность темпов роста ИПЦ и темпов роста стоимости ВВП, уровень безработицы, процентная ставка и ставка ОФЗ и другие. Полное описание есть в источнике [15].

Главным недостатком этой модели является её закрытость для свободного доступа.

Целью данной работы является построение модели экономики США на основе СНС–отчётности по аналогии с моделью экономики РФ, описанной в [9]. Модель оперирует высокоагрегированными понятиями, так что с её помощью можно дать качественную оценку последствиям принимаемых решений, вводя их в сценарий исходных данных.

## 2. АКСИОМАТИКА СНС

В первичной отчётности предприятий и корпораций отражаются только элементарные показатели и процессы: стоимость конкретных продуктов и услуг. Далее, в региональных отделениях государственной статистики, эти данные преобразуются в показатели более высокого уровня по определённым рекомендованным методикам из стандарта [1]. Вся система показателей представляет из себя иерархию в виде пирамиды, где на нижнем уровне находятся элементарные показатели, а над ними – агрегаты высших порядков. Таким образом, валовой выпуск, валовое накопление, конечное и промежуточные потребления, валовой внутренний продукт и другие – искусственные объекты, называемые агрегатами [1, с. 34]. Именно их обязаны отражать страны в своей отчётности, в соответствии со стандартом ООН.

Формализуем определение: агрегат в момент времени  $t$  – это произведение базисного дефлятора, базисного темпа, и значение агрегата в базисный момент времени:

$$X_t = Dx_t \cdot Px_t \cdot X_0. \quad (2.1)$$

При этом должны выполняться локальные равенства:

1. баланс стоимостей в текущих ценах:  $x_t = \sum_i x_t^i$ ;
2. баланс стоимостей в сопоставимых ценах:  $XS_t = \sum_i XS_t^i$ ;
3. баланс стоимостей в базисных ценах:  $XS_t = Px_t \cdot X_0$ .

Из баланса стоимостей в базисных ценах получим:

$$Px_t = \frac{\sum_i XS_t^i}{X_0}, \quad Dx_t = \frac{X_t}{XS_t}. \quad (2.2)$$

Дефлятор агрегата также можно вычислить по дефляторам входящих в него величин, и тогда базисный темп будет следствием. Подход к вычислению определяется соглашением, что считать исходным – темп или значение агрегата в сопоставимых ценах. Сейчас оценка  $XS_t$  – предмет соглашения, постулируемый в методиках каждой страны. Контроль точности публикуемых данных осуществляется чаще всего парламентскими комиссиями.

Назовём запись величины через произведение трёх показателей (2.1) развёрнутой формой представления показателя. Стоит отметить, что не все агрегаты можно представить в такой форме.

Структура цен, темпы, дефляторы и схема движения материальных потоков описаны в [9]. Здесь же мы приведем описание счета товаров и услуг и методы вычисления внутреннего валового продукта (ВВП).

В каждом году статистическая организация любой страны балансирует стоимости в текущих ценах произведенных и полученных ресурсов, с одной стороны, и их использование при создании ВВП, с другой. Так, в России этим занимается Росстат РФ, в США – Бюро экономического анализа. Важно отметить, что правая и левая части равенства наблюдаются отдельно, а балансирующий элемент, который убирает разницу между произведенными товарами и услугами и использованными, называется «статистическое расхождение»:

$$XO_t + IM_t + CN1_t = Z_t + WN_t + YG_t + YD_t + YNK_t + EX_t + STR_t, \quad (2.3)$$

где  $XO_t$  – выпуск в ОЦ,

$IM_t$  – импорт в ценах, аналогичным ОЦ,

$CN1_t$  – чистые налоги на продукты,

$Z_t$  – промежуточное потребление в ЦП,

$WN_t$  – валовое накопление в ЦП,

$YG_t$  – конечное потребление гос. сектора в ЦП,

$YD_t$  – конечное потребление домохозяйств в ЦП,

$YNK_t$  – конечное потребление некоммерческих организаций в ЦП,

$EX_t$  – экспорт в ценах, аналогичным ЦП,



$STR_t$  – статическое расхождение.

Перенесём импорт в одну сторону, а промежуточное потребление в другую.

$$XO_t + CN1_t - Z_t = WN_t + YG_t + YD_t + YNK_t + EX_t - IM_t + STR_t, \quad (2.4)$$

левая часть полученного уравнения – произведённый ВВП в РЦ ( $WWP1_t$ ), а правая – использованный ВВП в РЦ ( $WWP2_t$ ):

$$\begin{aligned} WWP1_t &= XO_t + CN1_t - Z_t \\ WWP2_t &= WN_t + YG_t + YD_t + YNK_t + EX_t - IM_t + STR_t \end{aligned} \quad (2.5)$$

Произведённый ВВП в РЦ совпадает с использованным, поэтому обозначим ВВП в РЦ как  $WWP_t$ . Распишем используемый ВВП в развёрнутую формулу с помощью формулы (2.1):

$$\begin{aligned} Dw_t \cdot Pw_t \cdot WWP_0 &= Dk_t \cdot Pk_t \cdot WN_0 + Dg_t \cdot Pg_t \cdot YG_0 + Dd_t \cdot Pd_t \cdot YD_0 + \\ &+ Dnk_t \cdot Pnk_t \cdot YNK_0 + De_t \cdot Pe_t \cdot EX_0 - Dm_t \cdot Pm_t \cdot IM_0 + STR_t \end{aligned} \quad (2.6)$$

Введём обозначения для показателей в СЦ:

$$\begin{aligned} Pw_t \cdot WWP_0 &= WWPS_t \\ Pk_t \cdot WN_0 &= WNS_t \\ Pd_t \cdot YD_0 &= YDS_t \\ Pg_t \cdot YG_0 &= YGS_t \\ Pnk_t \cdot YNK_0 &= YNKS_t \\ Pe_t \cdot EX_0 &= EXS_t \\ Pm_t \cdot IM_0 &= IMS_t \end{aligned} \quad (2.7)$$

Тогда уравнение (2.6) переписется для показателей в СЦ в виде:

$$\begin{aligned} Dw_t \cdot WWPS_t &= Dk_t \cdot WNS_t + Dg_t \cdot YGS_t + Dd_t \cdot YDS_t + \\ &+ Dnk_t \cdot YNKS_t + De_t \cdot EXS_t - Dm_t \cdot IMS_t + STR_t \end{aligned} \quad (2.8)$$

Для  $t=0$  и известной правой части это уравнение разрешимо, так как  $Dw_0 = 1$ ,  $WWPS_0 = WWP_0$ . Однако для последующих моментов времени и известной правой части оно неразрешимо, поэтому в СНС декларируется равенство в СЦ:

$$WWPS_t = WNS_t + YGS_t + YDS_t + YNKS_t + EXS_t - IMS_t \quad (2.9)$$

Расписав уравнение (2.9) через темпы и поделив на базисное значение ВВП, получим формулу для темпа ВВП:

$$\begin{aligned} Pw_t &= Pk_t \cdot (WN_0 / WWP_0) + Pg_t \cdot (YG_0 / WWP_0) + Pd_t \cdot (YD_0 / WWP_0) + \\ &+ Pnk_t \cdot (YNK_0 / WWP_0) + Pe_t \cdot (EX_0 / WWP_0) - Pm_t \cdot (IM_0 / WWP_0) \end{aligned} \quad (2.10)$$

Таким образом, темп использованного ВВП есть взвешенная сумма темпов слагаемых.

Рассмотрим теперь произведённый ВВП. В счёте товаров и услуг величина чистых налогов является не материальным потоком, а разностью между стоимостью выпуска в ЦП и выпуском в ОЦ. Таким образом, выпуски в ЦП и в ОЦ – это один и тот же материальный поток. Следовательно, их базисные темпы должны быть равны между собой. Налоги оказывают влияние только на базисный дефлятор выпуска:

$$Pxo_t = Px_t \quad (2.11)$$

Важно отметить, что это рабочая гипотеза, а не правило СНС.

Существует три метода подсчёта ВВП:

1. Производственный метод:

$$WWP_t = XO_t - Z_t + CN1_t, \quad (2.12)$$

где  $XO_t$  – выпуск в ОЦ,

$Z_t$  – промежуточные потребления в ЦП,

$CN1_t$  – чистые налоги на продукты.

Выражение можно переписать в другом виде, используя валовую добавленную стоимость ( $WDC_t = XO_t - Z_t$ ) и выпуск в ценах покупателей ( $X_t = XO_t + CN1_t$ ):

$$WWP_t = WDC_t + X_t. \quad (2.13)$$

2. Затратный метод:

$$WWP_t = WN_t + YG_t + YD_t + YNK_t + EX_t - IM_t + STR_t, \quad (2.14)$$

где  $WN_t$  – валовое накопление,

$YG_t$  – конечное потребление гос. сектора,

$YD_t$  – конечное потребление домохозяйств,

$YNK_t$  – конечное потребление некоммерческих организаций,

$EX_t$  – экспорт,

$IM_t$  – импорт,

$STR_t$  – статическое расхождение.

3. Доходный метод:

$$WWP_t = WPR_t + OT_t + CN2_t, \quad (2.15)$$

где  $WPR_t$  – валовая прибыль,

$OT_t$  – оплата труда,

$CN2_t$  – чистые налоги на производство и импорт.

### 3. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКОНОМИКИ

#### 3.1 Список источников экономических показателей США

В работе были использованы следующие официальные источники СНС–отчётности и прочей информации:

1. счета национальных доходов и продуктов [14, 16];
2. таблицы СНС [17];
3. валовый выпуск, валовая добавленная стоимость, промежуточное потребление [18];
4. основные фонды [19];
5. индекс потребительских цен [20];
6. уровень безработицы, рабочая сила [21].

Данные, которые были получены из этих источников, соответствуют промежутку 1997–2018 гг. Непосредственная работа с таблицами осуществлялась в 2019–2020 годах. Попутно отметим, что Бюро экономического анализа и Бюро статистики труда принадлежат Управлению экономики и статистики, являющегося структурным подразделением Министерства торговли США.

Необходимо отметить, что счета национальных доходов и продуктов (National Income and Product Accounting, NIPA) отражают схожую с СНС информацию, однако существуют существенные отличия. Краткий обзор отличий приведён в [22], методология агрегаций показателей отражена в [23]. Краткий русско-английский словарь терминов приведён в приложении.



Рис. 1. Годовые темпы произведенного и использованного ВВП США

Рассмотрим отдельно вопрос, почему возможно использовать данные СНС США для построения прогностических моделей. Правая (использованный ВВП) и левая (произведённый ВВП) части счёта товаров и услуг, наблюдаемые отдельно, должны совпадать, потому что это один и тот же поток, посчитанный разными способами. Следовательно, так как это один поток, то и при подсчёте использованного и произведённого ВВП в сопоставимых ценах также должно

наблюдаться равенство. Следовательно, их годовые и базисные темпы тоже должны совпадать.

Для проверки рассмотрим зависимость годовых темпов от времени (рис. 1).

Как видно из графика, отчётные годовые темпы использованного и произведённого ВВП США совпадают. Совпадение или расхождение темпов отражает совершенство методологий, используемых органами государственной статистики страны.

### 3.2 Индекс потребительских цен

Индекс потребительских цен (ИПЦ) – показатель, отражающий изменение стоимости продуктов и услуг в потребительской корзине граждан страны. Источник общей методологии подсчёта ИПЦ [24].

Необходимо отметить, что индексов потребительских цен в американской статистике существует два:

1. Индекс потребительских цен всех городских потребителей (Consumer Price Index for All Urban Consumers, CPI-U)
2. Индекс потребительских цен городских наёмных работников и служащих (Consumer Price Index for Urban Wage Earners and Clerical Workers, CPI-W).

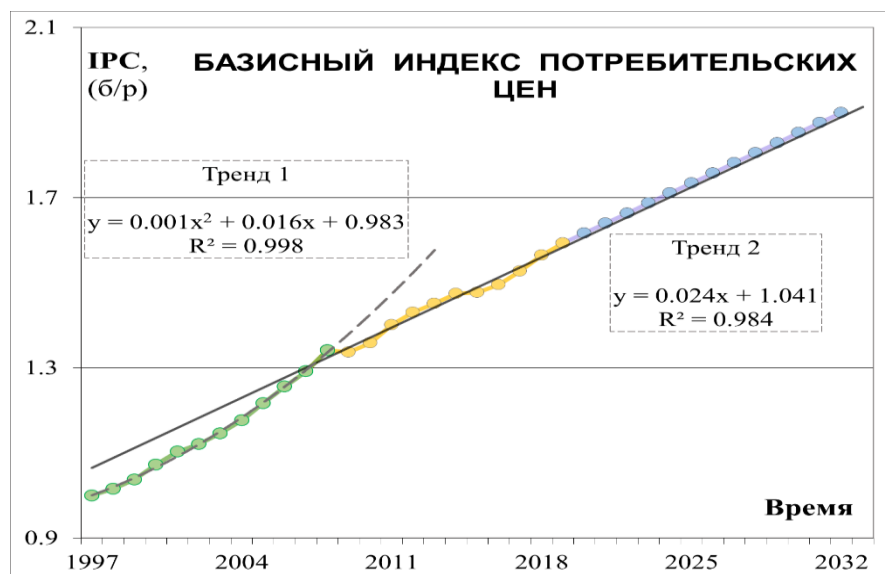


Рис. 2. Базисный индекс потребительских цен

CPI-U отражает 93 % населения США. Он включает в себя потребление почти всех жителей городских районов, включая специалистов, самозанятых, бедные слои населения, безработных, пенсионеров и городских наёмных рабочих и служащих. В него не входит потребление жителей сельской местности, армейских служащих и тех, кто находится в специальных учреждениях, например, пациентов психиатрических больниц или заключённых.

CPI-W отражает только 29% населения США. Он включает в себя те же домохозяйства, что и CPI-U, но с дополнительными ограничениями: более по-

ловина дохода ДХ должно быть от наёмной работы или государственной службы (исключая армию) и как минимум один член семьи должен был отработать 37 недель за последние 12 месяцев. Публикацией и методологией ИПЦ занимается Бюро статистики труда США.

Для дальнейшего построения модели был выбран ИПЦ всех городских потребителей, так как именно он наиболее полно отражает состояние потребительской корзины большей части граждан США.

Обозначим  $IPC$  – базисный ИПЦ. График, соответствующий отчётным данным, представлен на рис. 2.

На графике отчётливо прослеживаются два тренда: первый построен на показателях зелёного цвета, второй – на жёлтых. Параметр  $t$  – порядковый номер года (1997 равен 1). Итоговая функция:

$$IPC_t = \begin{cases} 0.001 \cdot t^2 + 0.016 \cdot t + 0.982, & t \leq 12 \\ 0.024 \cdot t + 1.041 + 0.009, & t > 12 \end{cases} \quad (3.1)$$

Необходимо отметить, что выражение, полученное для функции в области прогноза, смещено относительно тренда. Это сделано для того, чтобы функциональная зависимость не испытывала разрыва при переходе от отчётных данных к прогнозным.

Базисный индекс нужен для прогноза дефляторов конечного потребления, так как стоимость конечного потребления зависит от внутренних цен, а индекс есть не что иное, как одна из оценок их инфляции.

### 3.3 Инвестиции в ОК

Инвестиции в основной капитал – часть дохода, которую используют резидентные единицы для увеличения основных производственных фондов. Согласно схеме движения материальных потоков, следовало бы использовать динамику ввода и выбытия основных фондов для прогноза инвестиций в ОК. Однако Бюро экономического анализа США не публикует данные о вводах и выбытии основных фондов. Поэтому ограничимся зависимостью инвестиций в ОК от ВВП и позже отдельно рассмотрим основные фонды от ВВП в сопоставимых ценах.

На графике (рис. 3) выделяются три тренда:

$$IN_T = \begin{cases} 0.303 \cdot wwp_T - 744.2, & 1997 \leq T < 2001 \\ 0.298 \cdot wwp_T - 941.2, & 2002 \leq T < 2007 \\ 0.258 \cdot wwp_T - 1048.9 - 24, & T \geq 2009 \end{cases} \quad (3.2)$$

$T$ , в отличие от  $t$ , обозначает год, а не его порядковый номер. Поправка к тренду 3 была добавлена из тех же соображений, что и к ИПЦ: чтобы избежать скачка функции при переходе к прогнозным значениям ВВП. На отрезке 2007–2009 наблюдается спад инвестиций. После кризиса инвестиции в ОК составили почти 26 % от всего ВВП, что говорит об их снижении на 4 % относительно докризисного уровня. Для прогноза в модели используется тренд 3.

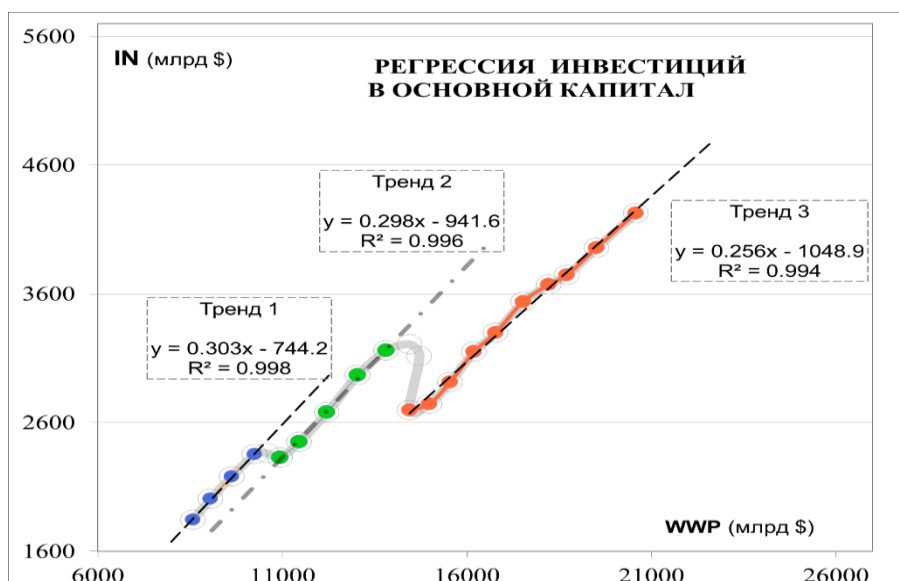


Рис. 3. Регрессия инвестиций в ОК

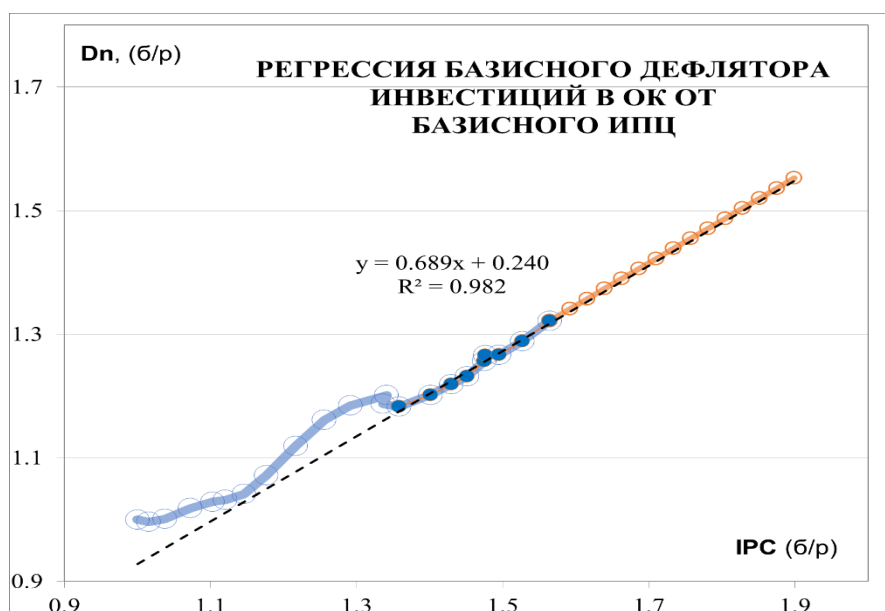


Рис. 4. Регрессия базисного дефлятора

Перейдём к дефлятору инвестиций в ОК. Как уже упоминалось выше, базисный индекс потребительских цен является одним из факторов изменения дефлятора инвестиций в ОК:

Полученный на графике (рис. 4) тренд для прогноза:

$$Dn_t = 0.689 \cdot ipc_t + 0.24 + 0.004. \quad (3.3)$$

Добавка вызвана требованием отсутствия скачка в значениях дефлятора при переходе от отчётных данных к прогнозным.

Рассмотренных дефлятора и инвестиций в ОК в ЦП достаточно для расчёта инвестиций в ОК в СЦ:

$$INS_t = IN(wwp_t) / Dn(ipc_t). \quad (3.4)$$

Уравнение (3.4) используется для расчёта слагаемого в ВВП в СЦ.

### 3.4 Конечное потребление государственного управления

Рассмотрим конечное потребление государственного сектора [1, с. 436].

Как и в случае с инвестициями, рассмотрим зависимость КП ГОС от ВВП.

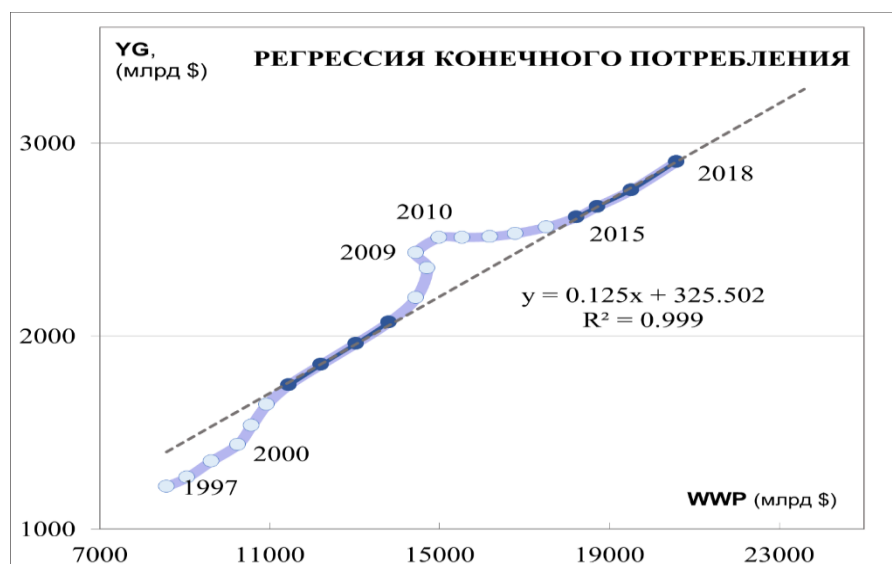


Рис. 5. Регрессия КП ГОС

Из графика видно, что было повышение потребления государственного сектора в 2007–2010 годах. Это объяснимо действиями властей США по поддержки экономики страны, чтобы преодолеть последствия кризиса. Затем уровень потребления государственного управления, что равносильно государственным расходам, плавно вернулся до уровня 2003–2004 годов. Поэтому исключим года с кризисным повышением из выборки для построения прогнозного тренда. Тренд построен на отчётах синего цвета. Примем рабочую гипотезу, что в дальнейшем доля КП ГОС останется на уровне 12% от ВВП. Таким образом, примем прогнозный тренд:

$$YG_t = 0.125 \cdot wwp_t + 325.5. \quad (3.5)$$

Рассмотрим теперь дефлятор КП ГОС.

Как видно из графика выше, существует очень сильная корреляция между базисным ИПЦ и дефлятором КП ГОС:

$$Dg_t = 1.514 \cdot ipc_t - 0.507 - 0.015. \quad (3.6)$$

Поправка введена для отсутствия разрыва в значениях функции при переходе от фактических значений к прогнозным.

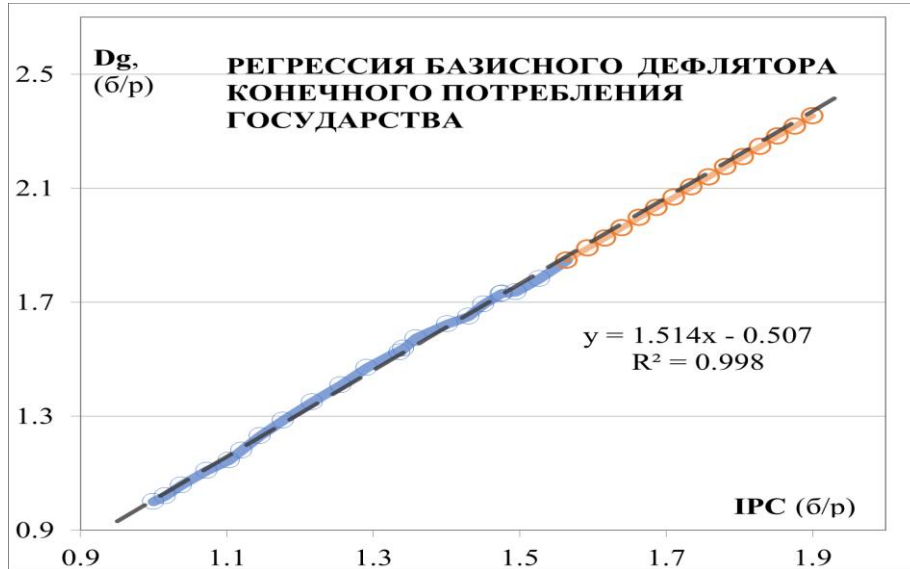


Рис. 6. Базисный дефлятор КП ГОС

Имея зависимости для дефлятора и показателя в ЦП, получим выражения для конечного потребления государственного управления в СЦ и базисного темпа:

$$YGS_t = Dg_t \cdot YG_t, P g_t = Dg_t \cdot YG_t / YG_0. \quad (3.7)$$

### 3.5 Конечное потребление домохозяйств

Домохозяйствами в СНС обозначаются группы людей, которые проживают в одной квартире, частном доме и так далее и которые объединяют все свои доходы или их части для совместного потребления товаров и услуг, преимущественно жилищных услуг и продуктов питания [1, с. 82].

Рассмотрим график зависимости КП ДХ от ВВП.

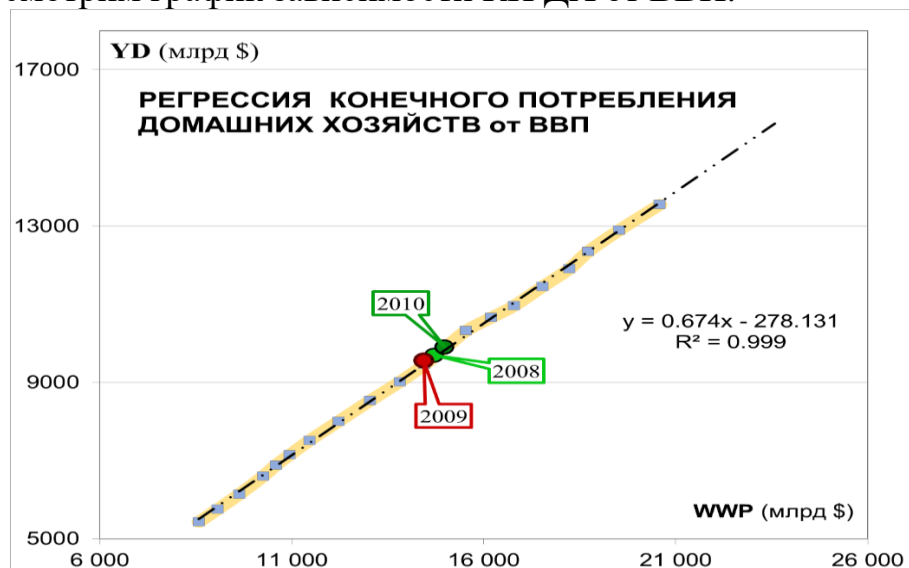


Рис. 7. Регрессия конечного потребления ДХ от ВВП



На этом графике (рис. 7) зелёными точками обозначен период, показывающий, как экономика США оправилась от кризиса 2008 года. Значение КП ДХ в 2009 году лежит ниже значения 2008 года. Необходимо отметить, что существует сильная корреляционная зависимость между ВВП и конечным потреблением ДХ. Её коэффициент детерминации близок к 1.

Таким образом, примем рабочую гипотезу:

$$YD_t = 0.674 \cdot wwp_t - 278.1 - 43. \quad (3.8)$$

Ожидается, что дефлятор КП ДХ должен зависеть от внутренних цен. Действительно, построим график по отчётным данным.

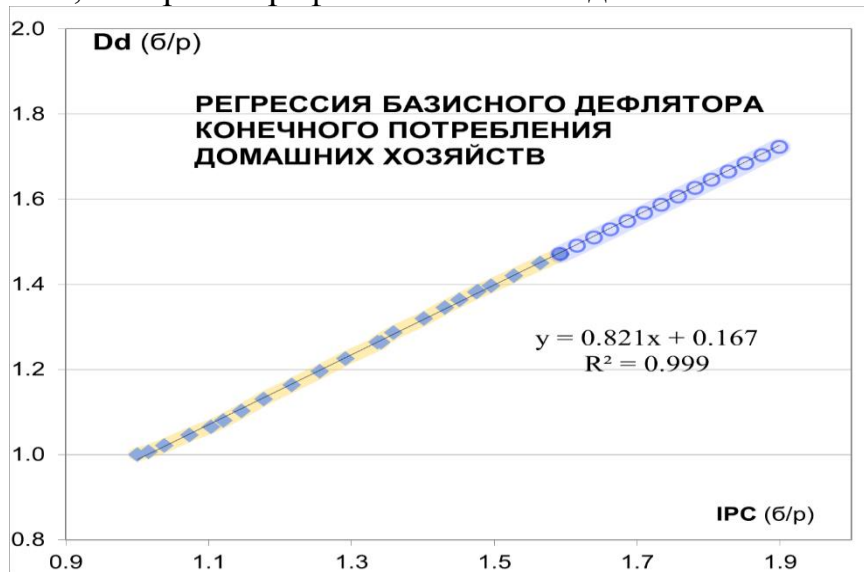


Рис. 8. Регрессия дефлятора КП ДХ от базисного ИПЦ

Как и ожидалось, зависимость линейная. Сформулированная рабочая гипотеза запишется так:

$$Dd_t = 0.821 \cdot ipc_t + 0.167 - 0.005. \quad (3.9)$$

Поправка добавлена, чтобы избежать скачка функции дефлятора при переходе от отчётных данных к прогнозным.

КП ДХ в сопоставимых ценах и базисный темп найдём аналогично государственному потреблению:

$$YDS_t = Dd_t \cdot YD_t, \quad Pd_t = Dd_t \cdot YD_t / YD_0. \quad (3.10)$$

### 3.6 Конечное потребление некоммерческих организаций

НКОДХ – это некоммерческие организации, обслуживающие домохозяйства, которые не контролируются органами государственного управления и которые бесплатно (или по экономически не значимым ценам) обеспечивают сектор ДХ товарами и услугами. Примерами таких НКОДХ могут быть политические партии, профсоюзы, ассоциации потребителей, благотворительные общества и так далее [1, с. 84].

Рассмотрим зависимость конечного потребления НКОДХ от ВВП:

Согласно графику, прогноз можно записать:

$$YNK_t = 0.028 \cdot wwp_t - 126.61 - 2.5. \quad (3.11)$$

Добавка обусловлена требованием отсутствия разрыва при переходе от отчётных значений функции к прогнозным.

Для прогноза значения конечного потребления в СЦ и базисного дефлятора рассмотрим базисный темп.

Прогноз лежит также ниже тренда, чтобы избежать скачка в значениях функции при переходе к прогнозному периоду:

$$Pnk_t = 0.096 \cdot t + 0.932 - 0.14. \quad (3.12)$$

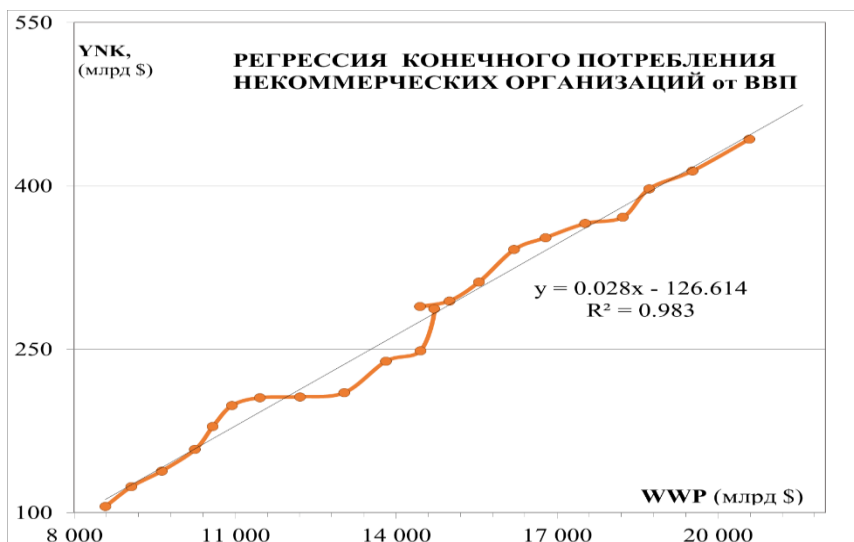


Рис. 9. Зависимость КП НКОДХ от ВВП



Рис. 10. Базисный темп КП НКОДХ

Имея прогноз показателя в ЦП и базисный темп, можно найти показатель в СЦ и дефлятор:

$$YNKS_t = YNK_0 \cdot Pnk_t, Dnk_t = YNK_t / (YNK_0 \cdot Pnk_t). \quad (3.13)$$

### 3.7 Модифицированный экспорт

Экспорт – вывоз за границу товаров, услуг и капиталов для их реализации на внешних рынках.

Теперь рассмотрим модифицированный экспорт. Это балансирующая величина, необходимая для записи счёта товаров и услуг с учётом инвестиций. Валовое накопление, согласно принятой ранее гипотезе, следует исключить из счёта товаров и услуг. Тогда модифицированный экспорт для отчётного периода можно записать следующим образом:

$$EXM_t = WWP_t - IN_t - YG_t - YD_t - YNK_t + IM_t - STR_t. \quad (3.14)$$

Для величины в сопоставимых ценах:

$$EXMS_t = WWPS_t - YGS_t - YDS_t - YNKS_t - IMS_t. \quad (3.15)$$

Объём экспорта не может зависеть от ВВП, так как это в большей мере политические решения. Но можно построить инерционный прогноз базисного темпа и дефлятора модифицированного экспорта, используя гипотезу, что сложившиеся тенденции сохранятся в прогнозном периоде.

Формально базисный темп модифицированного экспорта есть:

$$Pem_t = EXMS_t / EXM_0. \quad (3.16)$$

Рассмотрим график базисного темпа.



Рис. 11. Базисный темп модифицированного экспорта

Провал в 2009 обусловлен общим спадом экономики вследствие кризиса.

Если принять прогноз согласно линейному тренду, отражённому на графике, то это означало бы, что объём экспорта может непрерывно расти. Однако в реальности любой рынок обладает свойством насыщения, тем более внешний рынок, на котором существует огромная конкуренция. Поэтому должна существовать граница, к которой прогноз базисного темпа будет асимптотически стремиться.

Примем рабочую гипотезу:

$$Pem_{t+1} = Pem_t + \beta \cdot (Pem_t - Pem_{t-1}), \beta = 0.99. \quad (3.17)$$

Коэффициент  $\beta$  – предмет оценки экономическими экспертами.

Перейдём к рассмотрению дефлятора. Его можно вычислить по формуле:

$$Dem_t = EXM_t / EXMS_t. \quad (3.18)$$

На графике (рис. 12) круглыми маркерами отображены отчётные значения, квадратными – прогнозные.

График построен от времени, так как на экспорт влияет огромное количество факторов. При насыщении рынка происходит не только ограничение объёмов, но и ограничение цен. Использование линейной зависимости в прогнозном периоде означало бы неограниченный рост цен, что невозможно в условиях жёсткой конкуренции.

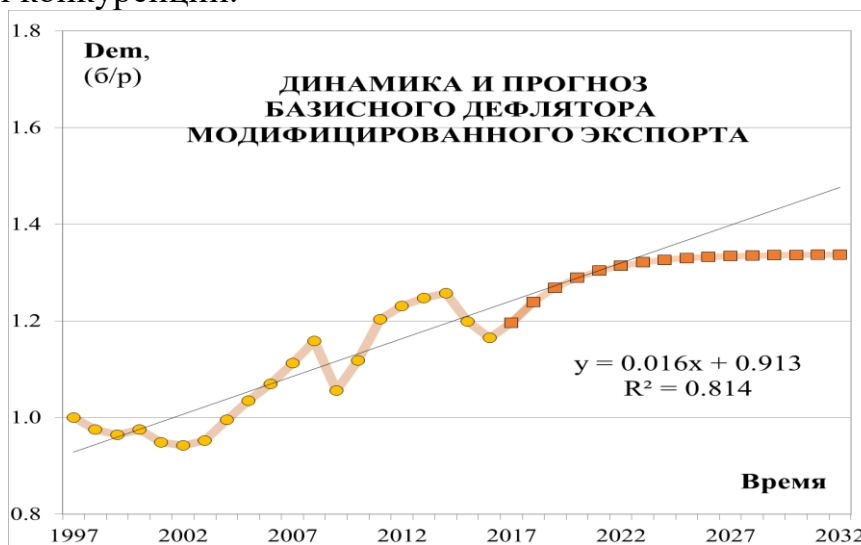


Рис. 12. Базисный дефлятор модифицированного экспорта

Примем рабочую гипотезу следующего вида

$$Dem_{t+1} = Dem_t + \gamma \cdot (Dem_t - Dem_{t-1}), \gamma = 0.7. \quad (3.19)$$

Прогноз значения  $\gamma$  должен осуществляться профессиональными экономистами. В качестве первого приближения примем его равным 0.7.

### 3.8 Коэффициент промежуточного потребления

Коэффициент промежуточного потребления равен отношению промежуточного потребления к выпуску в ЦП и отражает обобщённый технологический

уровень экономики страны. В реальном производстве постоянное увеличение износа станков, производственных фондов, ухудшение состояния месторождений полезных ископаемых компенсируется внедрением новых технологий, закупкой нового оборудования и открытием новых месторождений. Как следствие, этот коэффициент инертен и не реагирует на кризисы. Именно поэтому он хорошо подходит для прогностических моделей.

Формально:

$$a_t = Z_t / X_t . \quad (3.20)$$

Коэффициент промежуточного потребления в СЦ:

$$aS_t = ZS_t / XS_t \quad (3.21)$$

В модели, описанной в работе [9], использовалась косвенная оценка значения промежуточного потребления в СЦ через производственный контур, потому что: во-первых, Росстат РФ не публикует промежуточное потребление в СЦ, только в РЦ, и, во-вторых, Росстат учитывает в показателе «промежуточное потребление» не только промежуточное потребление отраслей производства, но и расходы на армию: питание военнослужащих, обмундирование, вооружение, боеприпасы и так далее, что добавляет дополнительный шум.

США, в отличие от РФ, публикует промежуточное потребление в СЦ, но не гарантируется, что в показатель не включаются затраты на армию.



Рис. 13. Динамика коэффициента промежуточного потребления

Для вычисления промежуточного потребления в СЦ введём по аналогии с (2.9) метрическую гипотезу счёта производства:

$$WWPS_t = XS_t - ZS_t . \quad (3.22)$$

Тогда выпуск в ЦП можно вычислить:

$$XS_t = WWPS_t / (1 - aS_t) . \quad (3.23)$$

Рассмотрим график (рис. 13) коэффициента промежуточного потребления в СЦ.

США обладает достаточным количеством средств, чтобы тратить их на исследования и разработки для ресурсосберегающих технологий. Поэтому примем гипотезу, что в будущем коэффициент промежуточного потребления в СЦ не будет ухудшаться и останется постоянным:

$$aS_t = 0.423. \quad (3.24)$$

### 3.9 Импорт

Импорт – покупка товаров и услуг, производимых нерезидентами, для конечного использования или промежуточного потребления резидентами. Импорт, как и экспорт, в значительной части обусловлен политическими решениями и договорённостями. Однако существует часть производства, которой необходимы импортные товары для операционной деятельности. Например, комплектующие, которые в силу исторических обстоятельств, экономической обоснованности, технологического уровня развития и так далее необходимо импортировать. Рабочая гипотеза заключается в том, что доля импорта в СЦ относительно отечественного выпуска в СЦ будет иметь меньшую волатильность, чем показатель импорта от ВВП, и её темп роста будет сохраняться в будущем.

Введём величину – доля импорта на внутреннем рынке:

$$q_t = IMS_t / XOS_t. \quad (3.25)$$

Рассмотрим её зависимость и построим прогноз от времени.

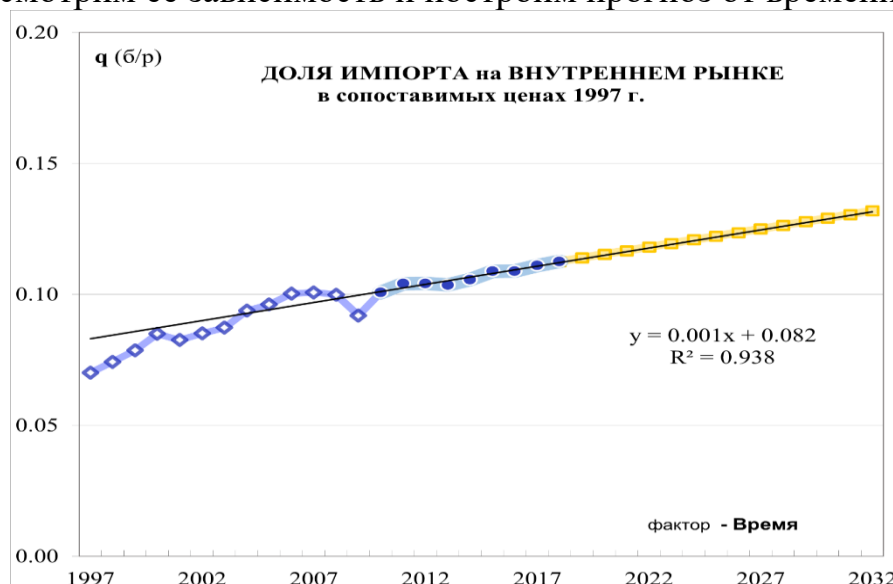


Рис. 14. Доля импорта в отечественном выпуске

Круглыми точками обозначена база тренда. Отчётное значение 2009 года можно не учитывать, так как на эту точку основное влияние оказал мировой финансовый кризис 2008 года, поэтому считаем целесообразным рассматривать

тренд только после 2009 года. Жёлтым цветом отмечен прогноз. Прогноз лежит выше тренда, так как необходимо отсутствие скачка в значении функции ВВП при прогнозе:

$$q_t = 0.0014 \cdot t + 0.0817 + 0.0004. \quad (3.26)$$

Вернёмся к вопросу получения значений импорта. Для импорта в СЦ необходимо иметь значения отечественного выпуска в СЦ. Согласно гипотезе о равенстве темпов выпусков (2.11), темп отечественного выпуска равен темпу выпуска в ценах покупателя. То есть:

$$\begin{aligned} Pox_t &= XS_t / X_0, \\ XOS_t &= Pox_t \cdot XO_0 \end{aligned} \quad (3.27)$$

Используя (3.25) и (3.23), получим выражение для импорта в сопоставимых ценах:

$$IMS_t = q_t \cdot \frac{XO_0}{X_0} \cdot \frac{WWPS_t}{1 - aS_t}. \quad (3.28)$$

Или же явная зависимость от ВВП, где  $Dw$  обозначает дефлятор ВВП:

$$IMS_t = q_t \cdot \frac{XO_0}{X_0} \cdot \frac{1}{Dw_t} \cdot \frac{WWP_t}{1 - aS_t}. \quad (3.29)$$

Для перехода к наблюдаемым ценам необходимо использовать дефлятор импорта. Построение прогноза базисного дефлятора импорта является трудной задачей, потому что не ясны факторы, которые на него влияют. Явная зависимость от ИПЦ отсутствует. Особенность США в том, что нельзя использовать соотношение курса национальной валюты к доллару, так как это соотношение всегда равно единице и не является информативным. Другой часто используемый показатель – паритет покупательской способности (ППС), чтобы сравнить стоимости одних и тех же товаров в разных валютах при равенстве значений функции полезности. Чаще всего его вводят относительно американского доллара. Для США ППС равен единице, так что он тоже не несёт дополнительной информации. К тому же решение о допуске товара на внутренний рынок страны часто принимают соответствующие должностные лица, которые руководствуются политическими, а не экономическими мотивами. Так, например, Трамп начал торговые войны с Китаем и поднял налоги на импорт, сократив предложение при постоянном спросе, что привело к повешению цены китайских товаров. Дополнительную прибыль получили отечественные производители.

Одно из заявлений Трампа в предвыборной программе было вернуть производство обратно с США, что позволило бы осуществить приток инвестиций в основные производственные фонды и что привело бы к созданию дополнительных рабочих мест и к снижению уровня безработицы.

Суммируя сказанное, стоит ожидать повышения цен импорта за счёт налогов. Учтём это в прогнозе дефлятора, так как именно он отражает среднюю скорость изменения цен. Рассмотрим зависимость базисного дефлятора импорта от времени.

Повышение налогов отразится в экспертном прогнозе:

$$Dm_{t+1} = Dm_t + \alpha \cdot (Dm_t - Dm_{t-1}), \alpha = 0.8. \quad (3.30)$$

Очевидно, что рост цены на импорт не может продолжаться неограниченное время. Коэффициент  $\alpha$  – предмет дополнительного исследования и прогноза экспертами. В качестве первого приближения примем его равным 0.8.

Таким образом, определён способ расчёта показателя в ЦЦ и базисного дефлятора. Тогда базисный темп и показатель в РЦ будут равны:

$$Pim_t = IMS_t / IM_0, \quad IM_t = Dm_t \cdot IMS_t. \quad (3.31)$$

Импорт в РЦ в развёрнутой форме будет:

$$IM_t = q_t \cdot \frac{XO_0}{X_0} \cdot \frac{Dm_t}{Dw_t} \cdot \frac{WWP_t}{1 - aS_t}. \quad (3.32)$$



Рис. 15. Базисный дефлятор импорта

### 3.10 Выпуск

Существует два вида выпуска: выпуск в ОЦ (отечественный выпуск) и выпуск в ЦП. Они отличаются на величину чистых налогов на продукты (налоги на продукты минус субсидии на продукты). Рассмотрим выпуск в ЦП.

Подставив в уравнение производственного метода подсчёта ВВП (2.12) выпуск в ЦП, получим:

$$WWP_t = X_t - Z_t. \quad (3.33)$$

В сопоставимых цепях согласно (3.22):



$$WWPS_t = XS_t - ZS_t. \quad (3.34)$$

Промежуточное потребление в СЦ вычислим через коэффициент промежуточного потребления в СЦ:

$$ZS_t = aS_t \cdot XS_t. \quad (3.35)$$

Для перехода от промежуточного потребления в СЦ к промежуточному потреблению в ЦП необходим дефлятор. Рассмотрим зависимость базисного дефлятора промежуточного потребления от базисного дефлятора выпуска в ЦП.

В качестве прогноза возьмём тренд, посчитанный по имеющейся статистике с 1997 по 2018 года:

$$Dz_t = 1.18Dx_t - 0.194. \quad (3.36)$$

По определению, дефлятор выпуска равен:

$$Dx_t^i = x_t^i / xs_t^i. \quad (3.37)$$

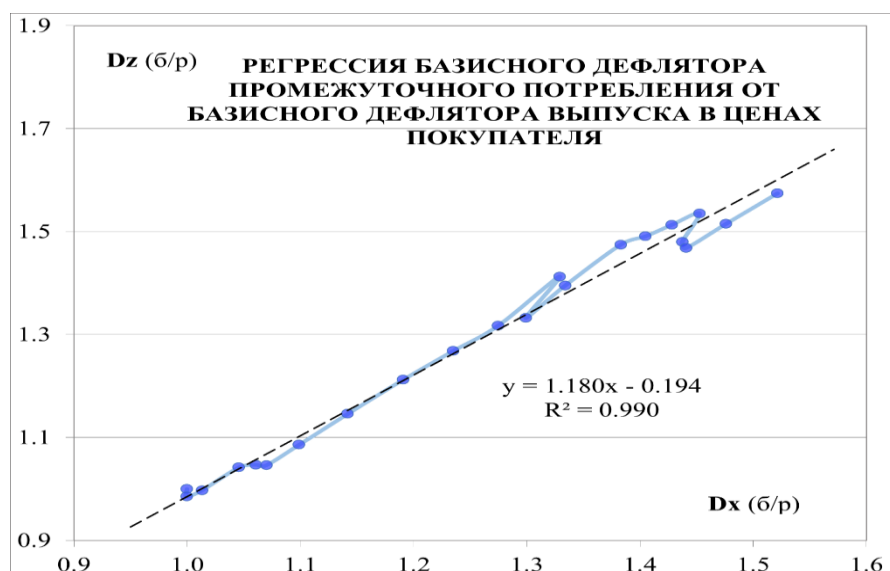


Рис. 16. Регрессия Dz от Dx

Рассмотрим уравнения, описывающие контур производства. Для показателей в СЦ можно записать:

$$wwps_t^{i+1} = INS(wwp_t^i) + YGS(wwp_t^i) + YDS(wwp_t^i) + YNKS(wwp_t^i) + exms_t - IMS(wwp_t^i) \quad (3.38)$$

Подробный вид каждого слагаемого был рассмотрен выше. Согласно (3.23):

$$xs_t^{i+1} = \frac{wwps_t^{i+1}}{1 + aS_t}. \quad (3.39)$$

Промежуточное потребление в СЦ запишется так:

$$z_s^{i+1} = aS_t \cdot x_s^{i+1}. \quad (3.40)$$

Дефлятор промежуточного потребления (3.36) переписывается:

$$Dz_t^{i+1} = a \cdot Dx_t^i + b, \quad a = 1.18, \quad b = -0.194. \quad (3.41)$$

Отсюда промежуточное потребление в РЦ:

$$z_t^{i+1} = Dz_t^{i+1} \cdot z_s^{i+1}. \quad (3.42)$$

Тогда выпуск в ЦП будет равен:

$$x_t^{i+1} = wwp_t^{i+1} + z_t^{i+1}. \quad (3.43)$$

Для перехода к отечественному выпуску необходимо рассмотреть чистые налоги на продукты. Перейдём от чистых налогов на продукты ( $n1$ ) и чистых налогов на производство ( $n2$ ) к пропорциональным величинам по формулам:

$$\begin{aligned} n1_t &= CN1_t / XO_t, \\ n2_t &= CN2_t / (XO_t + IM_t) \end{aligned} \quad (3.44)$$

Ниже приведён график этих зависимостей.



Рис. 17. Динамика и прогноз коэффициентов чистых налогов

В качестве приближения возьмём прогноз

$$\begin{aligned} n1 &= 0.02, \\ n2 &= 0.035 \end{aligned} \quad (3.45)$$

Вернёмся к отечественному выпуску. Его можно вычислить, используя коэффициент чистых налогов на продукты по следующей формуле:

$$x_o_t^{i+1} = \frac{x_t^{i+1}}{1+n1_t}. \quad (3.46)$$

По определению, дефлятор отечественного выпуска есть

$$Dox_t^{i+1} = \frac{x_o_t^{i+1}}{xos_t^{i+1}}. \quad (3.47)$$

Таким образом, мы получили формальное описание контура производства.

### 3.11 Остальные макроэкономические характеристики

В этом параграфе рассмотрим уравнения и гипотезы для построения трудовой характеристики, доходов населения, динамики основных фондов и фондоотдачи. Также рассмотрим вопрос о предельном выпуске США.

В статистике США существуют два обзора, исследующих уровень занятости: «Текущий опрос населения (CPS)», также известный как обзор домохозяйств, и «Обзор текущей статистики занятости (CES)» или обзор заработной платы.

Первое исследование было создано для оценки состояния рабочей силы с демографическими аналитиками (пол, возраст), а второе – для оценки заработной платы и отработанных часов работниками несельскохозяйственного сектора с детализацией по индустрии и географии. Для модели был использован текущий опрос населения, потому что именно его выборка наиболее полно отражает показатели населения США. Перейдём к рассмотрению характеристик экономики.

#### Число занятых

Занятые лица – совокупность всех лиц, как занятых наёмным трудом, так и самозанятых, занимающихся каким-либо видом производственной деятельности, попадающим под классификацию производства в СНС [1, с. 407].

Для построения трудовой характеристики рассмотрим зависимость числа занятых ( $LZ$ ) от ВВП.

На графике (рис. 18) видны два тренда. Первый тренд построен на отчётах синего цвета, соответствующих данным до кризиса 2008 года. Второй тренд построен на отчётах жёлтого цвета, отражающих состояние после кризиса. Красными отмечены данные, которые наблюдались в период кризиса: произошло трудосбережение и перераспределение занятых из одного сектора экономики (банки) в другие. Неэффективные с точки зрения экономики компании закрылись, и их место заняли другие более приспособленные компании.

Итак, зависимость числа занятых от ВВП:

$$LZ_T = \begin{cases} 0.005 \cdot wwps_T + 85.514, & 1997 \leq T < 2009 \\ 0.008 \cdot wwps_T + 50.27, & T > 2009 \end{cases} \quad (3.48)$$

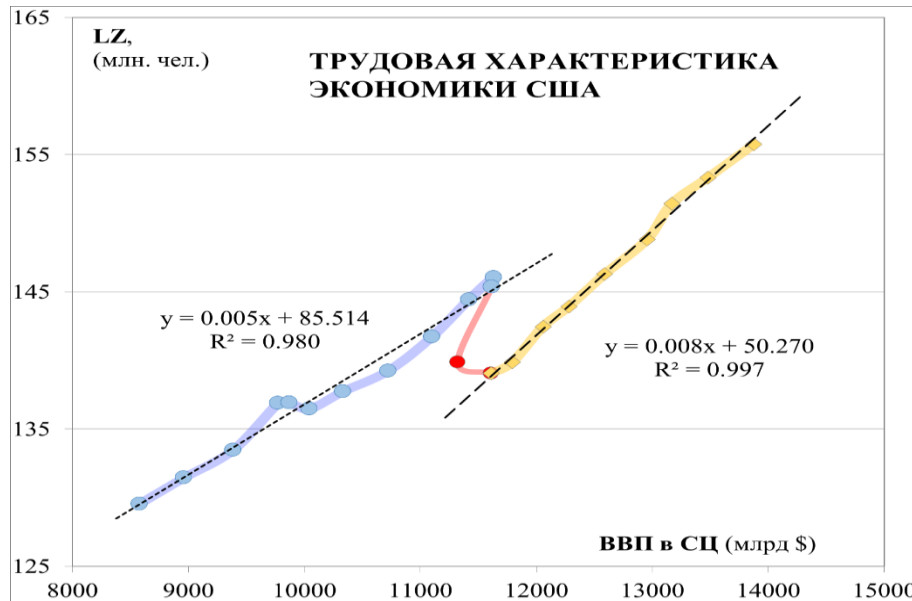


Рис. 18. Зависимость числа занятых от ВВП в США

### Население и рабочая сила

Для формального завершения описания демографической ситуации необходимы прогнозы общего количества граждан старше 16 лет и количества экономически активного населения.

Обозначим всё население США, которое старше 16 лет, символом  $N$ , а экономически активное население –  $A$ . Численность населения США старше 16 лет берётся из источника Бюро статистики труда, ряды данных cpsaat01 [25], экономически активное население берётся из источника Бюро статистики труда, ряды данных cpsaat01 [25].

Под экономически активным населением понимается рабочая сила – количество людей, готовых предоставить за вознаграждение свой труд в определённый период времени для производства товаров и услуг [6, с. 406]. Экономически активное население включает в себя как занятых, так и лиц, которые в момент проведения опроса не работали, но которые предприняли как минимум одну попытку трудоустроиться за предыдущие 4 недели перед датой исследования. Полную методологию исследования можно найти в источнике [26, с. 7–11].

Рассмотрим регрессионные зависимости от времени.

Зависимость населения США от времени выражена с коэффициентом детерминации, близким к 1. Поэтому прогнозный тренд:

$$N_t = 2.585 \cdot t + 201.81. \quad (3.49)$$

На графике экономически активного населения видны тренды до 2009 года и после.

$$A_t = \begin{cases} 1.635 \cdot t + 134.92, & 1 \leq t < 13 \\ 0.12 \cdot t^2 - 3.273 \cdot t + 176.31, & t \geq 13 \end{cases} \quad (3.50)$$

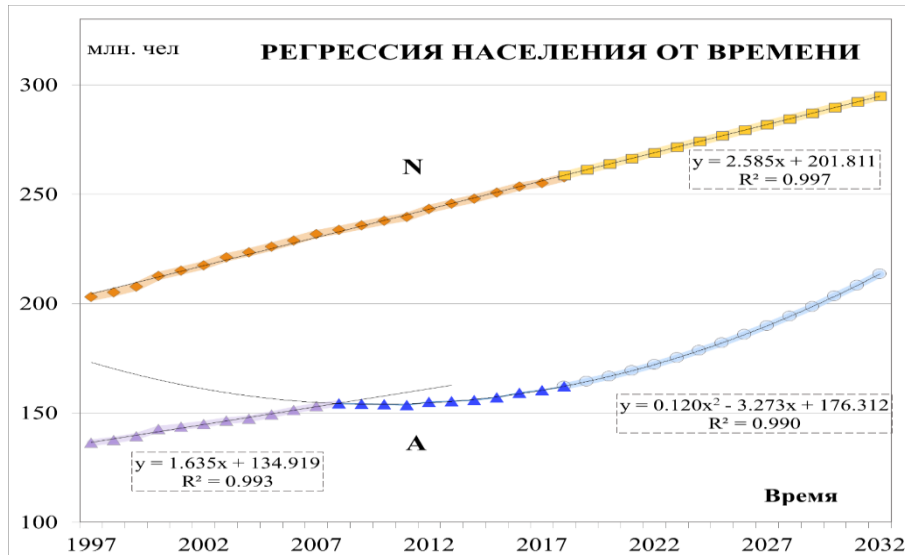


Рис. 19. Базисный индекс потребительских цен

Стоит отметить, что кризис 2008 года качественно повлиял на всю экономику США, потому что зависимость рабочей силы от времени изменилась с линейной на квадратичную.

### Основные фонды

Перейдём к рассмотрению показателей основных фондов. Сперва рассмотрим зависимость основных фондов в СЦ от ВВП в СЦ:

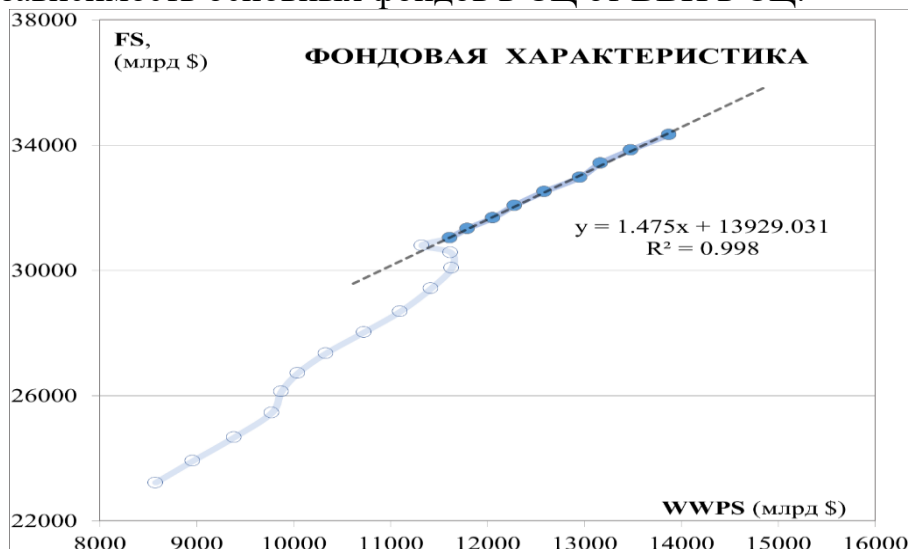


Рис. 20. Зависимость основных фондов от ВВП в СЦ 1997 года.

На графике (рис. 20) нас интересует только последний тренд, потому что именно он отражает актуальные сложившиеся зависимости в экономике и именно он будет использован для дальнейшего прогноза.

$$FS_t = 1.475 \cdot wwps_t + 13929. \quad (3.51)$$

Для перехода к ОФ в РЦ необходимо использовать дефлятор. Рассмотрим регрессию дефлятора от времени:

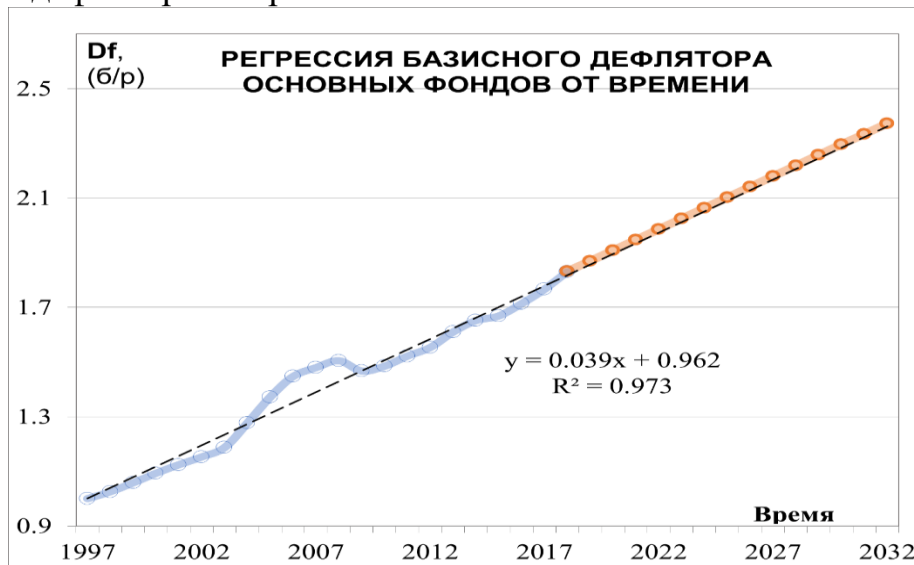


Рис. 21. Базисный дефлятор основных фондов

Исходя из графика, функция дефлятора запишется в следующем виде:

$$Df_t = 0.039 \cdot t + 0.962 + 0.017. \quad (3.52)$$

Добавка обусловлена требованием отсутствия скачка в значении функции при переходе от отчётных данным к прогнозным.

### Оплата труда

Рассмотрим зависимость оплаты труда от ВВП, приведенную на рис. 22.

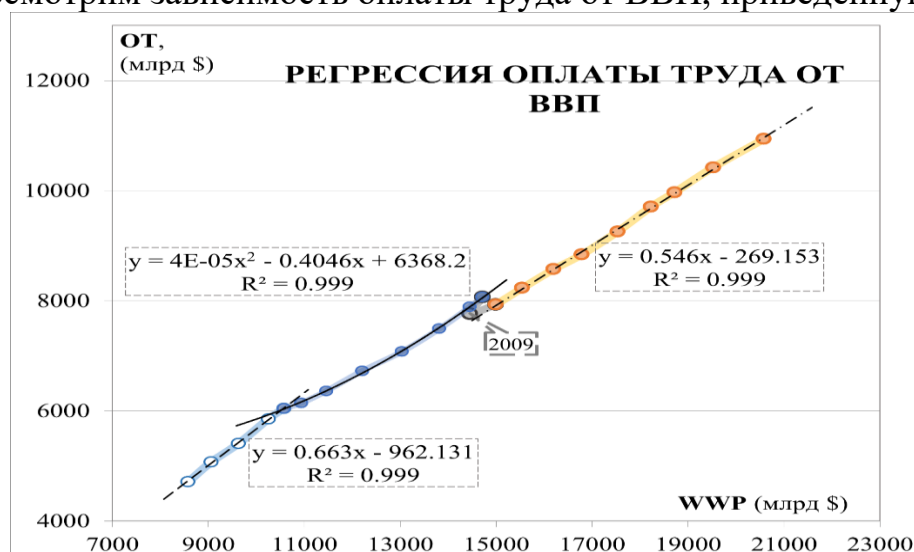


Рис. 22. Зависимость оплаты труда от ВВП

Как видно из графика, оплата труда после кризиса 2008 года упала и развивалась по более низкому тренду, чем была до него. Общая зависимость:

$$OT_T = \begin{cases} 0.663 \cdot wwp_T - 962.1, & 1997 \leq T < 2001 \\ 0.00004 \cdot wwp_T^2 - 0.4046 \cdot wwp_T + 6368.2, & 2001 \leq T < 2009 \\ 0.546 \cdot wwp_T - 269.2, & T > 2009 \end{cases} \quad (3.53)$$

## 4. АНАЛИЗ МОДЕЛИ

### 4.1 Описание модели

Введём понятие сценария. Сценарий – это набор рабочих гипотез, которые отображают определённые характеристики поведения резидентных и нерезидентных единиц: домохозяйств, корпорации, некоммерческих организаций, государственных органов и остальных участников мирового рынка. Дальнейшее моделирование будет происходить согласно этим характеристикам.

Вектор показателей модели в момент  $t$  вычисляется при помощи нелинейного оператора  $H$ , зависящего от следующих параметров: предыдущее состояние системы, вектор входных параметров, вектор помех и управляющие воздействия.

$$s_t = H(s_{t-1}, x_t, \varepsilon_t, u_t), t \in [t_0, T], \quad (4.1)$$

где  $s_t$  – состояние системы в момент  $t$ ,  
 $s_{t-1}$  – состояние системы в момент  $t-1$ ,  
 $x_t$  – вектор входных параметров в момент  $t$ ,  
 $\varepsilon_t$  – значение помех в момент  $t$ ,  
 $u_t$  – управляющие воздействия в момент  $t$ ,  
 $t_0$  – первый год, в котором отсутствуют отчётные данные (2019 г.),  
 $T$  – горизонт планирования (2032 г.).

Набор выходных параметров модели  $s_t$  для  $t \in [t_0, T]$  назовём траекторией вектора состояний или прогнозом.

Набор состояний системы в моменты времени  $t \in [0, t_0)$  частично наблюдается статистическими органами США, частично интерпретируется с помощью описанных ранее рабочих гипотез.

Управляющие воздействия – набор государственных и частных программ по дальнейшему развитию экономики. Эти программы принимаются так, чтобы компенсировать вектор помех.

В данной работе рассматривался инерционный прогноз, то есть:

$$\begin{aligned} s_t &= H(s_{t-1}, x_t, \varepsilon_t, u_t), t \in [t_0, T], \\ \varepsilon_t &= 0, \\ u_t &= \hat{u}_t \end{aligned} \quad (4.2)$$

Символом  $\hat{y}_t$  обозначено продолжение стратегий управляющих воздействий, сформированных ранее.

В данной работе используется гипотеза, что валовое накопление должно быть исключено из формулы подсчёта ВВП затратным методом по формуле (2.14), о чём было уже сказано выше. Ещё раз приведём доводы. Валовое накопление должно быть заменено на инвестиции в ОК, так как:

1. Валовое накопление – финансовая категория. При разложении ВВП, являющегося материальным потоком, его слагаемые тоже должны быть материальными потоками. Инвестиции в ОК как раз являются таким потоком.

2. Факторы, влияющие на валовое накопление, отличны от факторов образования инвестиций в ОК. Значит, и факторы формирования ВВП будут некорректно определены при использовании валового накопления в качестве одного из слагаемых ВВП.

Тогда уравнение переписывается следующим образом:

$$WWP_t = IN_t + YG_t + YD_t + YNK_t + EXM_t - IM_t + STR_t, \quad (4.3)$$

где  $IN_t$  – инвестиции в основной капитал,

$YG_t$  – конечное потребление гос. сектора,

$YD_t$  – конечное потребление домохозяйств,

$YNK_t$  – конечное потребление некоммерческих организаций,

$EXM_t$  – модифицированный экспорт,

$IM_t$  – импорт,

$STR_t$  – статическое расхождение.

Рассмотрим систему уравнений модели. Она состоит из контура расчёта ВВП и контура расчёта производственных характеристик. Для простоты не будем рассматривать остальные макроэкономические характеристики. Упрощённо, контур расчёта ВВП выглядит следующим образом:



$$\begin{aligned}
 WWP_t &= IN(WWP_t) + YG(WWP_t) + YD(WWP_t) + \\
 &\quad YNK(WWP_t) + EXM_t - IM(WWP_t) \\
 IN_t &= 0.258 \cdot WWP_t - 1048.9 - 24 \\
 YG_t &= 0.125 \cdot WWP_t + 325.5 \\
 YD_t &= 0.674 \cdot WWP_t - 278.1 - 43 \\
 YNK_t &= 0.028 \cdot WWP_t - 126.61 - 2.5 \\
 EXM_t &= EXM(t) \\
 IM_t &= IM(WWP_t, 1 / Dw_t) \\
 INS_t &= IN_t / Dn_t \\
 YGS_t &= YG_t / Dg_t \\
 YDS_t &= YD_t / Dd_t \\
 YNKS_t &= YNK_t / Dnk_t \\
 EXMS_t &= EXM_t / Dem_t \\
 IMS_t &= IM_t / Dm_t \\
 WWPS_t &= INS_t + YGS_t + YDS_t + \\
 &\quad YNKS_t + EXMS_t - IMS_t \\
 Dw_t &= WWP_t / WWPS_t,
 \end{aligned} \tag{4.4}$$

где  $WWP$  – валовой внутренний продукт,  
 $IN$  – инвестиции в основной капитал,  
 $YG$  – конечное потребление государственного управления,  
 $YD$  – конечное потребление домашних хозяйств,  
 $YNK$  – конечное потребление некоммерческих организаций, обслуживающих сектор домохозяйств,  
 $EXM$  – модифицированный экспорт,  
 $IM$  – импорт,  
 $Dw$  – базисный дефлятор ВВП,  
 $Dn$  – базисный дефлятор инвестиций в ОК,  
 $Dg$  – базисный дефлятор КП ГОС,  
 $Dd$  – базисный дефлятор КП ДХ,  
 $Dnk$  – базисный дефлятор КП НКОДХ,  
 $Dem$  – базисный дефлятор модифицированного экспорта,  
 $Dm$  – базисный дефлятор импорта.

Индексом  $S$  обозначены показатели в сопоставимых ценах 1997 года. В сценарии исходных данных имитируются инфляционные процессы: ИПЦ и дефляторы, кроме дефляторов ВВП, выпуска в ЦП, выпуска в ОЦ и промежуточного потребления; даётся экспертный прогноз модифицированного экспорта, доли импорта в отечественном выпуске в СЦ и других показателей. Это позволяет решить систему (4.4) относительно ВВП, попутно вычисляя все остальные

параметры. Алгоритм численного решения системы (4.4) рассмотрен в следующем разделе. Далее ВВП подставляется в производственный контур:

$$\begin{aligned}
 Dx_t &= X_t / XS_t \\
 XS_t &= WWPS_t / (1 - aS_t) \\
 Dz_t &= 1.18 \cdot Dx_t - 0.194 \\
 ZS_t &= aS_t \cdot XS_t \\
 Z_t &= Dz_t \cdot ZS_t \\
 X_t &= WWP_t + Z_t \\
 Pox_t &= XS_t / X_0 \\
 XOS_t &= Pox_t \cdot XO_0 \\
 XO_t &= X_t / (1 + n1_t) \\
 Dox_t &= XO_t / XOS_t,
 \end{aligned}
 \tag{4.5}$$

где  $X$  – выпуск в ценах покупателей,  
 $XO$  – отечественный выпуск (выпуск в основных ценах),  
 $Z$  – промежуточное потребление,  
 $aS$  – коэффициент промежуточного потребления,  
 $n1$  – коэффициент чистых налогов на производство и импорт,  
 $Pox$  – базисный темп отечественного выпуска,  
 $Dx$  – базисный дефлятор выпуска в ценах покупателей,  
 $Dz$  – базисный дефлятор промежуточного потребления.

Здесь также обозначены буквой  $S$  показатели в сопоставимых ценах 1997 года.

Объединение двух контуров соответствует счёту товаров и услуг, рассмотренного ранее.

Полученная модель является балансовой, поскольку основные показатели счёта товаров и услуг балансируются в каждом году путём решения системы нелинейных уравнений. Рассматриваемая модель – модель свободного развития экономики, поскольку её развитие не ограничено производственными мощностями. Модель является динамической, потому что граница производственных мощностей вычисляется для каждого момента времени с учётом динамики основных фондов. Модель является экспертной, потому что часть параметров в исходном сценарии данных должна задаваться экспертами. Рассматриваемая модель принадлежит к классу однопродуктовых. Рассматриваемая модель основана на статистике СНС. Подробная классификация подобных моделей дана в работе [27].

#### 4.2 Алгоритм решения системы уравнений модели

Построим итерационный процесс. Инвестиции в ОК зависят не только от времени, но и от ВВП, конечные потребления секторов тоже зависят от ВВП. Экспорт зависит от административных и политических решений, а статистическое расхождение в отчётности США отсутствует. Обозначим индексом сверху

номер шага итерационного процесса, заглавными буквами – функциональную зависимость, а прописными – значение функции,  $i$  – номер итерации:

$$\begin{aligned} wwp^{i+1} = & IN(wwp^i) + YG(wwp^i) + YD(wwp^i) + YNK(wwp^i) \\ & + exm - IM(wwp^i) \end{aligned} \quad (4.6)$$

Условием остановки итерационного процесса выберем заранее заданную точность:

$$\|wwp^{i+1} - wwp^i\| < \varepsilon. \quad (4.7)$$

Рассматриваемый итерационный процесс запускается отдельно для каждого года  $t$ . В качестве первого приближения берётся значение ВВП предыдущего года  $wwp_t^{i=1} = wwp_{t-1}$ .

### 4.3 Гипотезы сценариев исходных данных

Рассмотрим допущения и ограничения, в рамках которых строится прогноз. Как уже было написано выше, рассматриваемая модель – это балансовая модель свободного развития экономики, отражающая материальный аспект воспроизводства ВВП. На первом этапе расчёта она не учитывает ограничения по мощности производства и трудовому ресурсу. Затем эти ограничения всё же учитываются в форме диалога экспертов при составлении сценария исходных данных.

Прогноз по модели, использующей сценарий исходных данных, будет совпадать с показателями реальной экономики, если развитие экономики будет проходить в стационарном режиме. Сценарии составляются профессиональными экономистами, которые используют мнения и цели развития экономики, сформулированные Правительством и Конгрессом.

То есть не предполагается, что в прогнозируемом развитии экономики будут скачкообразные изменения, например, мировые кризисы. Структурные связи между экономическими агентами не должны резко измениться. Допускаются плавные изменения в поведении и во взаимоотношениях экономических агентов. Если происходят резкие скачкообразные изменения, то их необходимо учесть в сценарии.

Важно отметить, что в данном сценарии исходных данных модели не учитывается состояние мировой экономики в 2019–2020 годах. На это есть несколько причин.

Во-первых, опубликованные отчётные данные оканчиваются 2018 годом. Полной опубликованной статистики СНС США за 2019 год нет. Есть только избранные СНС–таблицы. Разумеется, нельзя использовать одновременно прогнозные и фактические данные, потому что это грубая методологическая ошибка, означающая, что в модели будут использованы не только прогнозные тренды, но и неявные гипотезы, введённые фактическими данными за 2019 год.

Во-вторых, невозможно заранее учесть возникновение стихийных бедствий или внезапных конфликтов. Так, например, в модели не учитывается пандемия 2020 года. Также не учитываются расовые протесты граждан США.

В-третьих, должностные лица США: Сенат, Президент и другие – могут принять законопроекты и указы, которые резко изменяют поведение всей экономической системы США.

Рассматриваемая модель позволяет косвенно учесть влияние различных случайных факторов с помощью ввода поправок к прогнозам входных параметров: темпов и дефляторов. Так, например, если Конгресс решит увеличить расходы гос. сектора, то это можно учесть в изменении базисного темпа КП ГОС. Или если Президент США начнёт вводить санкции против других стран, это можно отразить поправками темпов и дефляторов экспорта и импорта. Таким образом, есть механизм корректировок, позволяющий учитывать последствия крупных государственных и негосударственных программ.

Однако величина этих поправок является темой отдельного сложного исследования.

#### 4.4 Результаты моделирования

Рассмотрим и проанализируем прогноз модели согласно введённым ранее гипотезам.

#### Инфляция в США

Инфляция – процесс роста цен на товары и услуги, не обусловленный повышением их качества.

Рассмотрим динамику дефлятора ВВП.

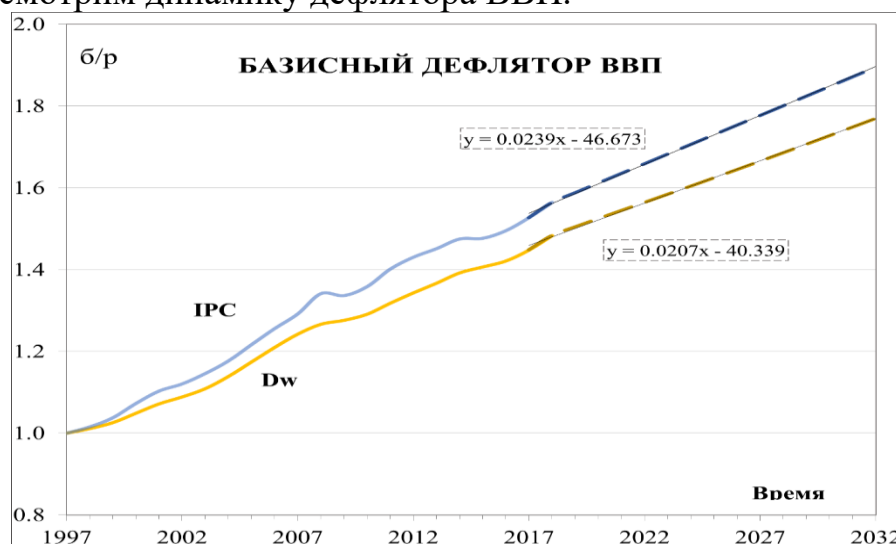


Рис. 23. Показатели инфляции экономики США

На графике (рис. 23) непрерывными линиями показаны отчётные значения, согласно статистике СНС США, пунктиром – результаты расчёта модели. Из графика выше видно, что рост дефлятора ВВП составит около 2.1% в год.

Прогноз индекса потребительских цен был получен вследствие выполнения гипотезы о продолжении сложившихся тенденций.

Рассмотрим отдельно динамику базисных дефляторов конечного потребления.

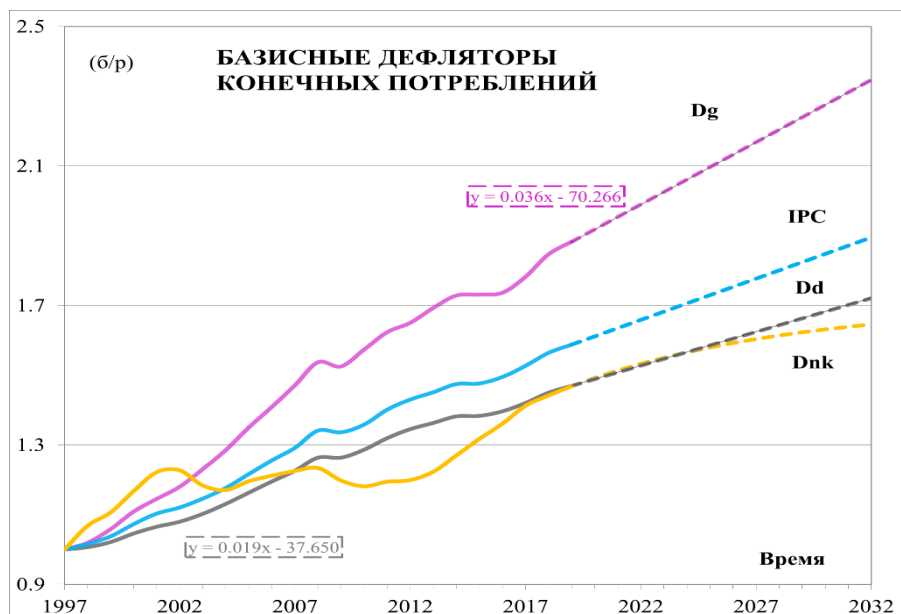


Рис. 24. Базисные дефляторы конечного потребления разных секторов

Из графика (рис. 24) видно, что стоимость затрат гос. аппарата будет расти быстрее ИПЦ и составит около 3.6% в год. Стоимость конечного потребления домохозяйств будет обладать приростом в 1.9% в год.

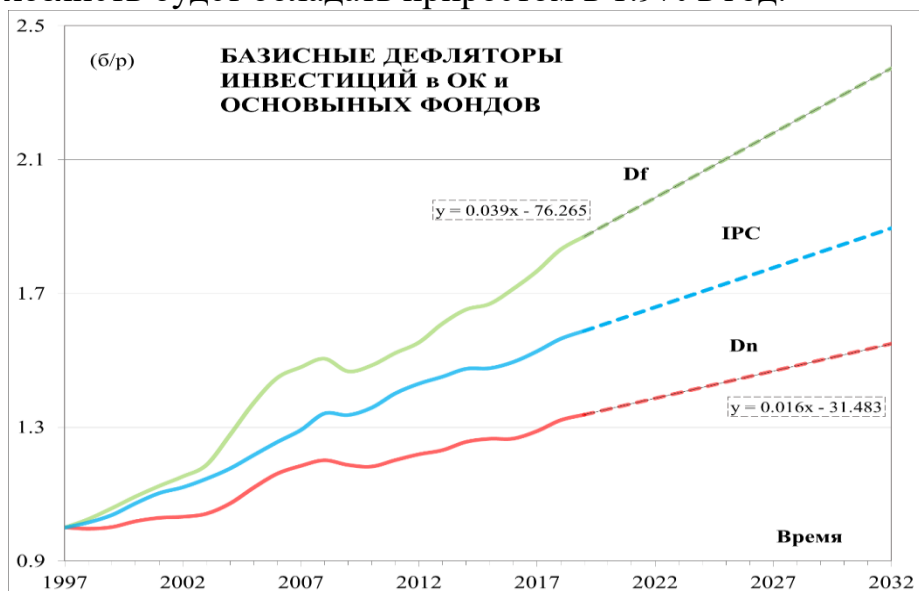


Рис. 25. Базисный индекс потребительских цен

Другая ситуация наблюдается у конечного потребления некоммерческих организаций, обслуживающих домохозяйства. Так, в период с 1997 по 2003 базисный дефлятор КП НКО был выше значения базисного дефлятора КП ГОС, в 2004 он снизился и стал приблизительно равен значению базисного ИПЦ, в 2007 сравнялся с базисным дефлятором КП ДХ и до 2018 года оставался ниже

его значения. С 2018 по 2025 ожидается, что базисные дефляторы КП ДХ и КП НКО будет приблизительно равны. Разумеется, в случае выполнения условий, указанных в разделе допущений. После 2025 года ожидается, что рост дефлятора конечного потребления НКО относительно роста дефлятора ДХ будет снижаться.

Рассмотрим базисный дефлятор инвестиций в ОК и базисный дефлятор основных фондов.

Из графика (рис. 25) видно, что прирост стоимости инвестиций в ОК будет около 1.6% годовых. А прирост стоимости основных фондов будет около 3.9% в год.

### Темпы ВВП

Рассмотрим зависимости базисных и годовых темпов валового внутреннего продукта от времени:

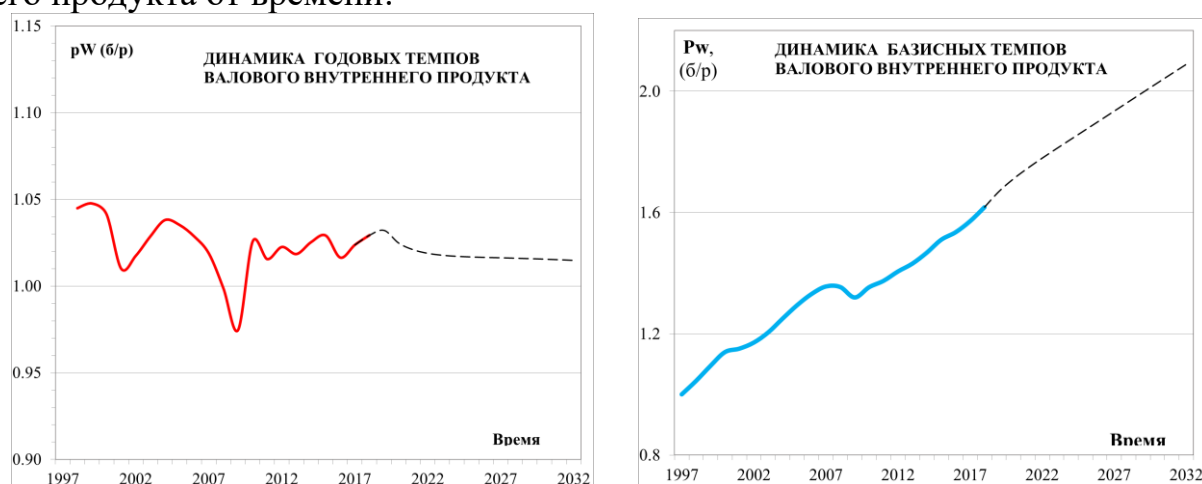


Рис. 26. Годовой и базисный темпы ВВП США

На левой части рисунка 26 видно, что ожидается инерционное увеличение годового темпа ВВП в 2019 году до значения 3.2% в год, затем ожидается его падение и стабилизация на уровне 1.5% к 2032 году. Годовой темп роста, в среднем составит около 1.8% в период 2019-2032 гг. Инерционное развитие отразится и на темпах слагаемых ВВП.

### Инвестиции в ОК

Далее рассмотрим темпы инвестиций в ОК.

Ожидается, что годовой темп роста объема инвестиций в ОК в среднем составит 2.6% в год. Общий реальный объем инвестиций к 2032 году увеличится почти в 2.5 раза относительно уровня 1997.

Средний годовой рост объемов конечного потребления ДХ ожидается на уровне 1.9%. При этом реальный общий объем конечного потребления сектора домохозяйств увеличится почти в 2.3 раза по сравнению с уровнем 1997.

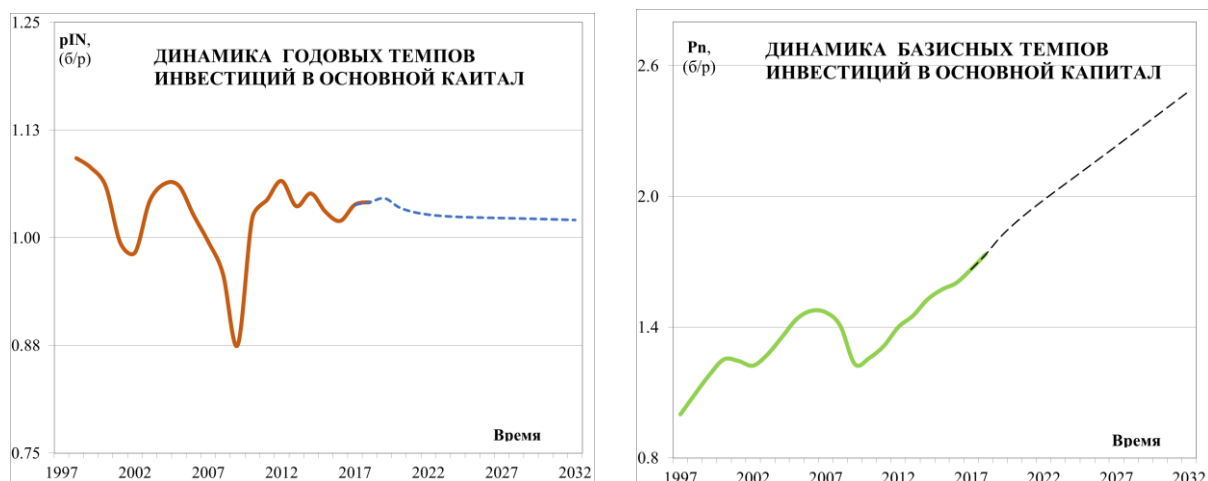


Рис. 27. Годовой и базисный темпы инвестиций в ОК

### Конечное потребления ДХ

Рассмотрим темпы КП ДХ.

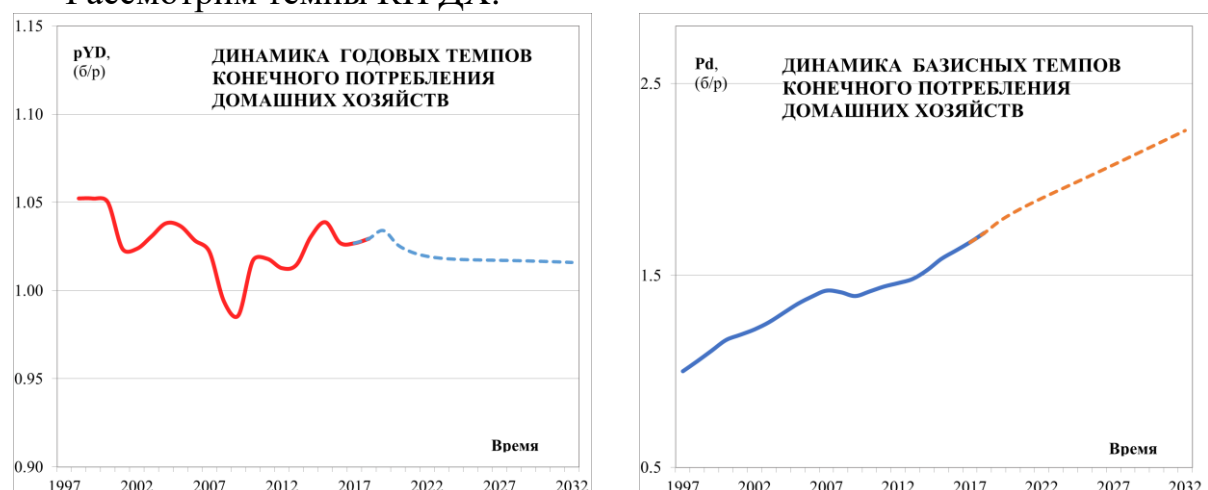


Рис. 28. Годовой и базисный темпы КП ДХ

### Конечное потребление сектора государственного управления

Далее рассмотрим КП государственного сектора (рис. 29).

По результатам моделирования ожидается, что годовой темп КП ГОС в 2019 году составит 2.6%, а затем начнёт падать и стабилизируется к 2032 году на уровне 1%. Средний годовой темп ожидается на уровне 1.1%. Общий реальный объём увеличится в 1.5 раза по сравнению с объёмом 1997 года.

### Конечное потребление НКОДХ

Далее рассмотрим конечное потребление некоммерческих организаций, обслуживающих сектор домохозяйств.

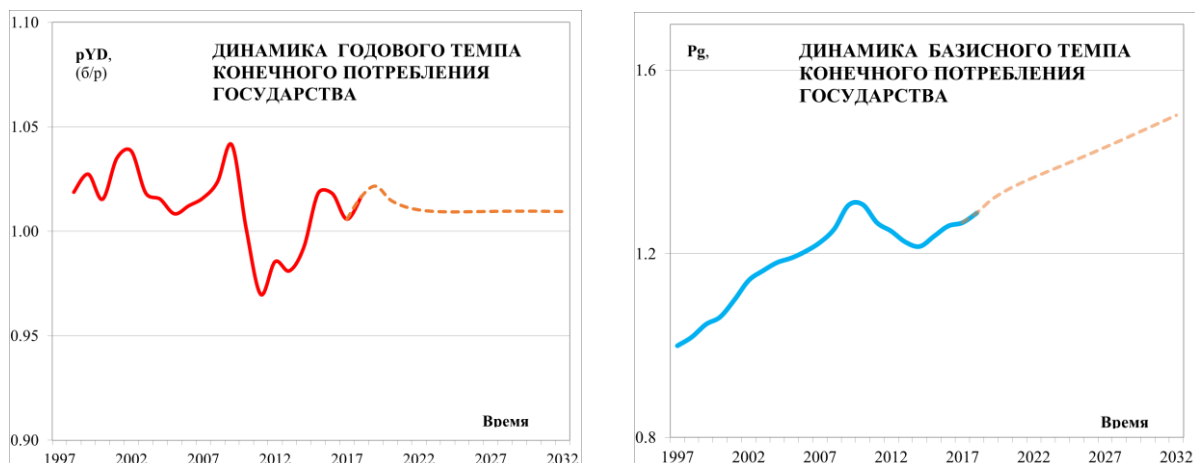


Рис. 29. Годовой и базисный темпы КП ГОС

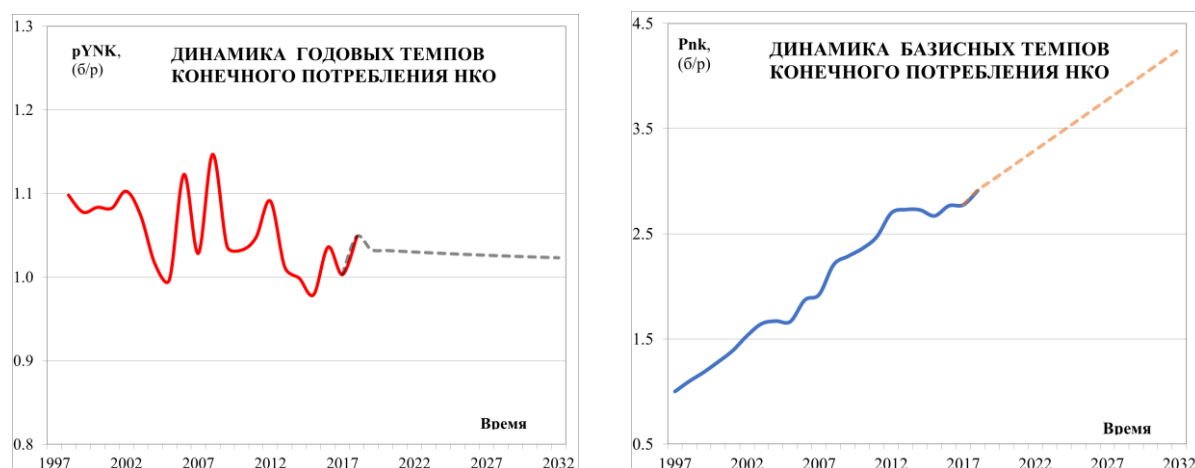


Рис. 30. Годовой темп и базисный дефлятор КП НКОДХ

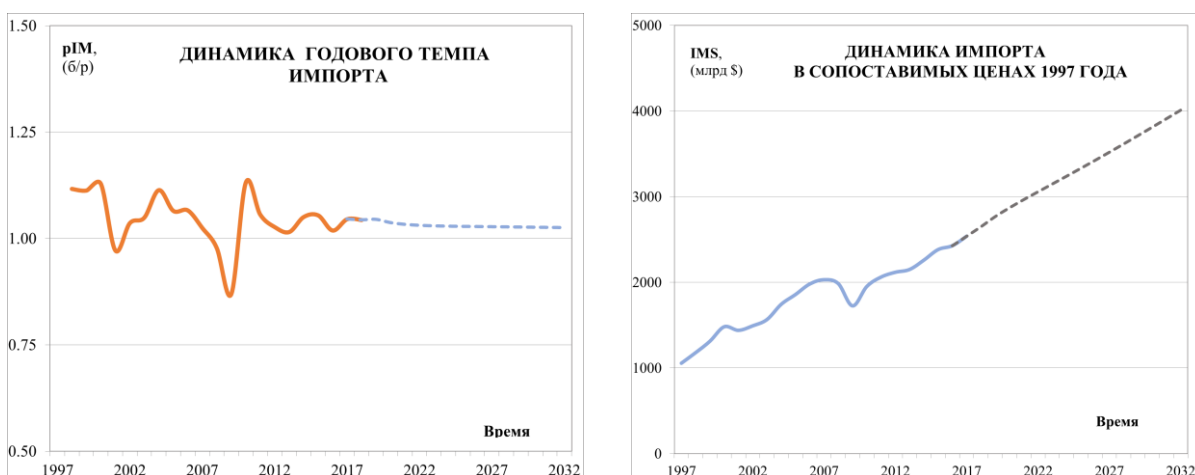


Рис. 31. Годовой темп импорта и импорт в СЦ



Средний ожидаемый годовой рост КП сектора НКОДХ будет ниже уровня 2018 года и составит около 2.7%. Общий реальный объём увеличится к 2032 году в 4.2 раза по сравнению с объёмом 1997 года.

### Импорт

Рассмотрим годовой темп импорта и значение импорта в СЦ.

По результатам моделирования получилось, что средний годовой темп импорта составит 3%. Общий объём импорта увеличится в 3.8 раза по сравнению с объёмом 1997 года.

### Модифицированный экспорт

Далее рассмотрим годовой темп и показатель в СЦ модифицированного экспорта:

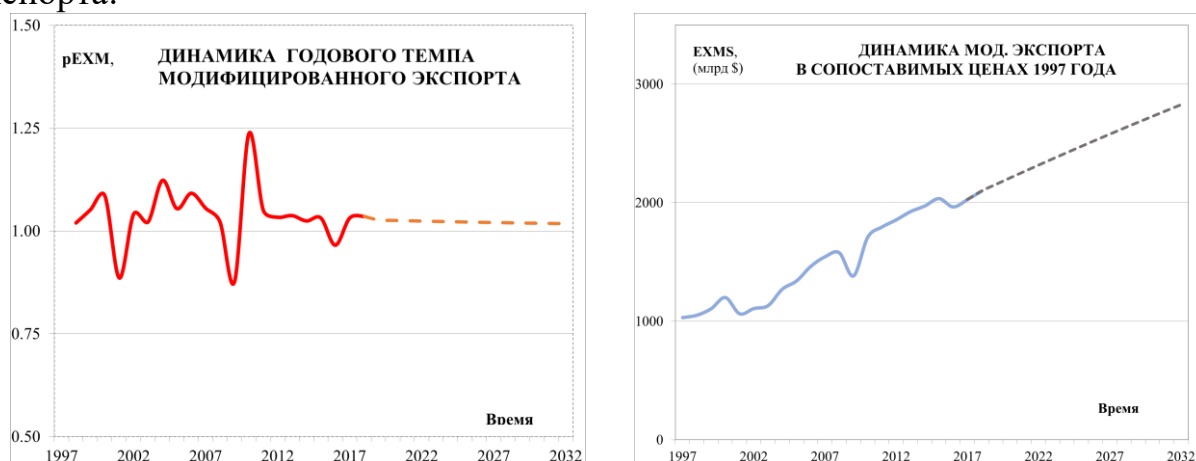


Рис. 32. Годовой темп и показатель в СЦ модифицированного экспорта

Прирост годового темпа модифицированного экспорта снизится в среднем до уровня 2.2%. Общий реальный объём увеличится в 2.7 раза к 2032 году по сравнению с уровнем 1997.

### Трудовые ресурсы

Рассмотрим зависимость числа занятых и количество безработных от времени.

Из графика видно, что уровень безработицы к 2020 году достигнет минимума в 3.2%, а затем, согласно введённому сценарию данных, начнётся его рост. Даже если бы количество безработных ушло в отрицательную область, для США это не было бы проблемой. Формально отрицательное количество безработных показало бы, что в США не хватает существующего ресурса рабочей силы для выполнения прогноза по ВВП. Однако США – страна эмигрантов, и если возникнет необходимость в рабочей силе, то есть много вариантов быстро найти дешёвый труд: от увеличения квот на грин-карты до привлечения рабочей силы из соседней Мексики.

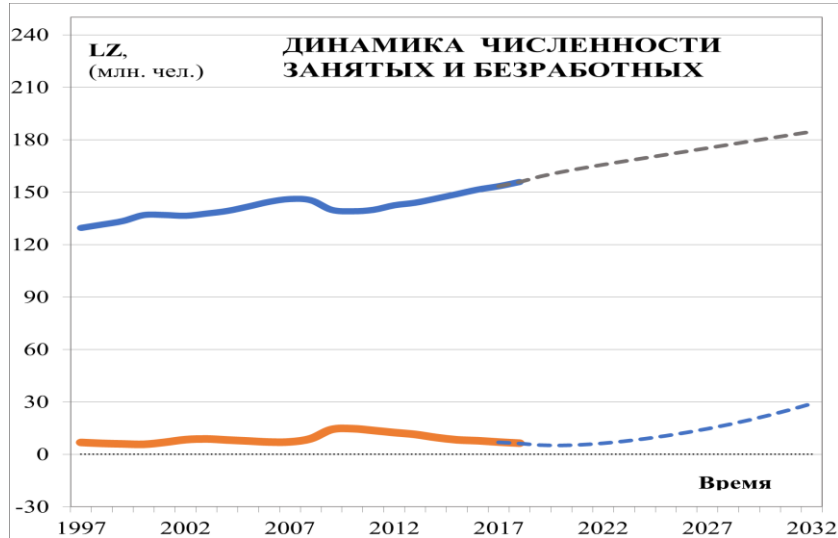


Рис. 33. Динамика численности занятых и безработных

Важная характеристика – производительность труда, показывающая, сколько долларов в отечественном выпуске приходится на каждого работника. Формально:

$$pOS_t = XOS_t / LZ_t . \quad (4.8)$$

Рассмотрим прогноз объёмов выпуска в СЦ и прогноз производительности труда.

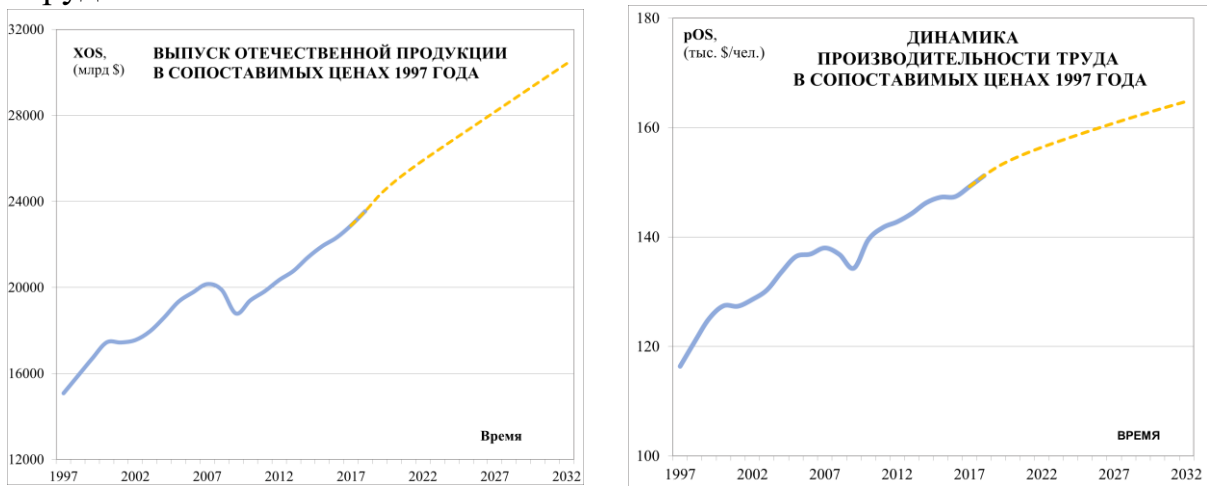


Рис. 34. Выпуск и производительность труда

Общий объём отечественного выпуска в СЦ 1997 должен увеличиться в 2 раза относительно объёмов 1997 года. Производительность труда должна составить около 164 тыс. долларов США 1997 года.

Другой, не менее важный показатель, характеризующий производство, – это фондоотдача – сколько долларов в отечественном выпуске обусловлено одним долларом стоимости основных фондов. Формально:

$$fOS_t = XOS_t / FS_t . \quad (4.9)$$

Рассмотрим зависимость динамики фондоотдачи от времени.

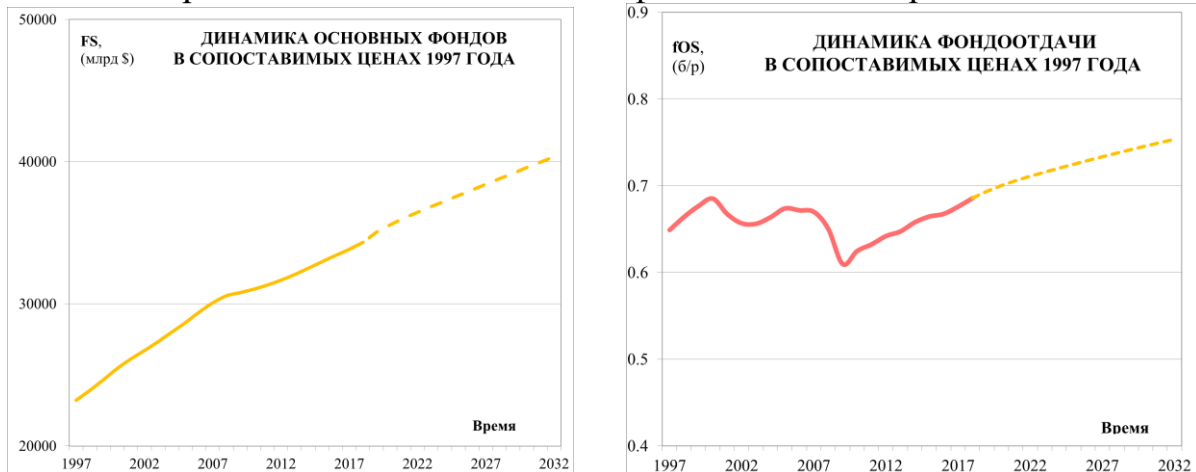


Рис. 35. ОФ и фондоотдача

Из графика видно, что в 2019–2020 рост немного ускорится, однако дальше вернётся к прежним темпам роста.

Основные фонды и фондоотдача были необходимы для построения кривой загрузки производственных мощностей. Иначе говоря, показать предельный возможный отечественный выпуск, фактический выпуск и прогнозный выпуск.

### Предельный отечественный выпуск

Обозначим предельную фондоотдачу как  $\hat{fOS}$ :

$$\hat{fOS}_t = \max(fOS_0, fOS_1 \dots fOS_t). \quad (4.10)$$

Обозначим предельную производительность труда как  $\hat{pOS}$ :

$$\hat{pOS}_t = \max(pOS_0, pOS_1 \dots pOS_t). \quad (4.11)$$

Тогда предельный выпуск по фондоотдаче:

$$\hat{XOS}_f = \hat{fOS}_t \cdot FS_t. \quad (4.12)$$

Предельный выпуск по производительности:

$$\hat{XOS}_p = \hat{pOS}_t \cdot XOS_t. \quad (4.13)$$

Построим график. Оранжевым обозначим предельный по фондоотдаче отечественный выпуск, чёрным обозначим предельный по производительности труда, синим цветом обозначим фактический. Отчётные данные до 2018 года включительно. Далее пунктиром обозначим прогноз. Рассмотрим график зависимости предельного выпуска от времени:

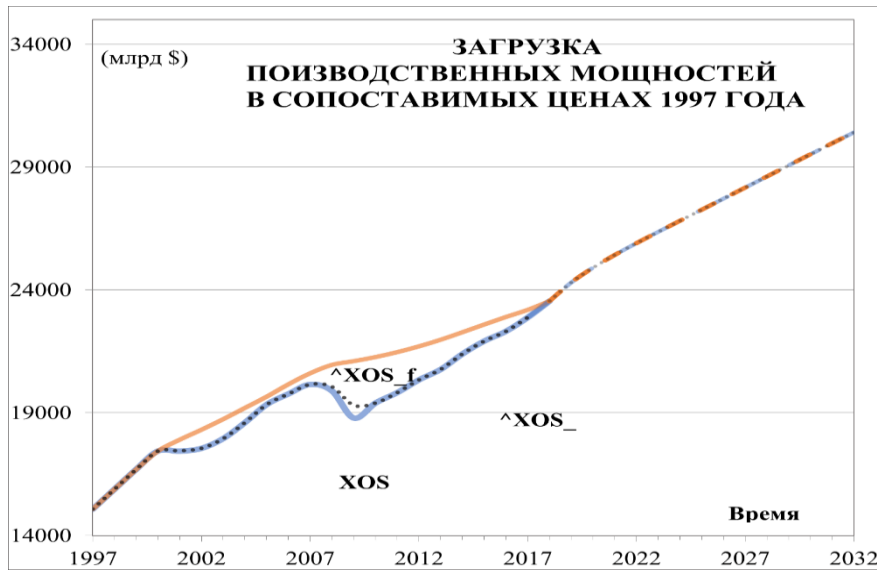


Рис. 36. Зависимости предельных мощностей выпусков от времени

Как видно из графика (рис. 36), в период 2000–2018 гг. предельный выпуск по фондоотдаче лежит выше производства. То есть в США были неиспользуемые мощности основных фондов. В кризис 2008–2009 годов видно, что выпуск был ниже предельного выпуска по производительности. Однако в промежуток 2021–2032 гг. видно, что производственные фонды и наёмный труд задействованы максимально эффективно.



Рис. 37. Динамика реальной удельной оплаты труда

Рассмотрим реальную удельную оплату труда – показатель, отражающий реальную заработную плату с учётом инфляции. Для получения реальной

удельной оплаты труда необходимо СНС – показатель оплаты труда разделить на произведение количества занятых и индекса потребительских цен:

$$RUO_t = \frac{OT_t}{LZ_t \cdot IPC_t} \quad (4.14)$$

Из графика (рис. 37) видно, что к 2032 году реальная удельная оплата труда увеличится 1.3 раза по сравнению с уровнем 1997 года.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе было рассмотрено построение динамической однопродуктовой балансовой модели свободного развития экономики США, отражающей материальный аспект воспроизводства ВВП. Для этого был проведён анализ методологий и форм экономической отчётности статистических органов США: Бюро экономического анализа, Бюро статистики труда. Была проанализирована система национальных счетов США и собрана исходная официальная статистика. В работе учитывались статистические данные только до 2018 года.

При решении нелинейной системы уравнений модели согласно сценарию исходных данных были получены прогнозы фундаментальных характеристик экономики США: инфляции, темпов ВВП, уровня безработицы, объёмов выпуска, динамики основных фондов, объёмов предельного выпуска производства и удельной оплаты труда.

Преимуществами данной модели являются, во-первых, прозрачность и унификация используемой статистики, во-вторых, использование моделью высокоагрегированных показателей, что делает её полезной для качественной оценки последствий принимаемых управленческих решений, и, в-третьих, модель обладает достаточно простым алгоритмом построения.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

1. System of National Accounts 2008, New York. European Commission. International Monetary Fund, OECD, United Nations, World Bank, 2009.
2. Курс экономической теории: учебник – 6-е исправленное, дополненное и переработанное издание – Киров: «АСА», 2009 г. - 848 с.
3. Шараев Ю. В. Теория экономического роста – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006, 254 с.
4. Бойко А. А., Кукарцев В. В. Модель расчета долгосрочного экономического роста России на основе модели Солоу // Интеллектуальные системы в производстве. – 2019. – Т. 17. – №. 3. – С. 41-47.
5. Lychagina E. Model Analysis of Economic Dynamics // Available at SSRN 2285771. – 2011.

6. Колемаев В. А. Исследование поведения модели Самуэльсона–Хикса // Проблемы управления, – 2006, № 1, С. 16–19.
7. Антипов В. И., Митин Н. А., Пащенко Ф. Ф. Макроэкономическая имитационная модель развития мировой экономики // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2019, 153, 20 с.
8. Макаров В. Л., Афанасьев А. А., Лосев А. А. Вычислительная имитационная модель денежного обращения российской экономики // Экономика и математические методы. 2011. Т. 47. № 1. С. 3–27.
9. Антипов В. И., Митин Н. А., Пащенко Ф. Ф. Макроэкономическая имитационная модель развития России // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша, 2017, 142, 48 с.
10. Серебряков Г. Р., Узяков М. Н., Янговский А. А. Межотраслевая модель Ивановской области // Проблемы прогнозирования. 2002. Т. 5. С. 64-74.
11. Килин П. М. Региональная модель межотраслевого баланса и прибавочная стоимость в открытой национальной экономике // Региональная экономика и управление. 2016. №4 (48).
12. Низамутдинов М. М., Орешников В. В. Подход к разработке стратегии развития территориальной системы с применением инструментов имитационного и сценарного моделирования // Экономика в промышленности. 2019. Т. 12. № 4. С. 426–442.
13. Плетенец А. Н. Построение модели воспроизводства ВВП США на основе фундаментальных характеристик экономики, дипл. работа, МФТИ, Москва, 2018.
14. Шахова Г. Я., Маненок П. Л. Долгосрочное бюджетное прогнозирование в федеральных ведомствах США // Финансовый журнал. – 2014. – №. 3 (21).
15. CBO’s Long-Term Model: An Overview // The Congress of the U.S, [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – 2009. – Режим доступа: <https://www.cbo.gov/sites/default/files/111th-congress-2009-2010/reports/06-26-cbolt.pdf>
16. National Input and Product Accounts // BEA [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – 2020. – Режим доступа: <https://www.bea.gov/data/gdp/gross-domestic-product>
17. SNA tables // BEA [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – 2020. – Режим доступа: <https://www.bea.gov/national/sna-and-nipas>
18. GDP by Industry // BEA [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – 2020. – Режим доступа: <https://www.bea.gov/data/gross-output-by-industry>
19. Fixed Assets // BEA [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – 2020. – Режим доступа: <https://www.bea.gov/data/investment-fixed-assets/by-type>
20. Consumer price index/ BLS [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – 2020. – Режим доступа: <https://data.bls.gov/cpi>
21. Unemployment rate// BLS [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – 2020. – Режим доступа: <https://data.bls.gov/cps>

22. McCulla S. H., Moses K. E., Moulton B. R. The National Income and Product Accounts and the System of National Accounts 2008 // Survey of Current Business. – 2015.
23. Concepts and Methods of the U.S. National Income and Product Accounts // BEA [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – 2019. – Режим доступа: <https://www.bea.gov/system/files/2019-12/All-Chapters.pdf>
24. Consumer price index manual: Theory and practice, Geneva. ILO/IMF/OECD/UNECE/Eurostat/The World Bank, 2004
25. Labor Force Statistics from the Current Population Survey //BLS [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – 2020. – Режим доступа: <https://www.bls.gov/cps/cpsaat01.htm>
26. Current Population Survey. Design and Methodology. Technical Paper 77 // U.S. Census Bureau [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. 2019. – Режим доступа: <https://www2.census.gov/programs-surveys/cps/methodology/CPS-Technical-Paper-77.pdf>
27. Иванюк В. А., Пащенко Ф. Ф. Обзор моделей и методов, используемых при прогнозировании долгосрочного социально-экономического развития экономики страны // Управленческие науки в современном мире. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – С. 21-24.

## Содержание

1. Введение.....	3
2. Аксиоматика СНС .....	6
3. Фундаментальные характеристики экономики.....	10
3.1 Список источников экономических показателей США.....	10
3.2 Индекс потребительских цен .....	11
3.3 Инвестиции в ОК.....	12
3.4 Конечное потребление государственного управления .....	14
3.5 Конечное потребление домохозяйств .....	15
3.6 Конечное потребление некоммерческих организаций.....	16
3.7 Модифицированный экспорт.....	18
3.8 Коэффициент промежуточного потребления.....	19
3.9 Импорт.....	21
3.10 Выпуск.....	23
3.11 Остальные макроэкономические характеристики.....	26
4. Анализ модели.....	30
4.1 Описание модели.....	30
4.2 Алгоритм решения системы уравнений модели.....	33
4.3 Гипотезы сценариев исходных данных .....	34
4.4 Результаты моделирования .....	35

5. Заключение .....	44
6. Литература .....	44