

# ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЕЙ ФИНАНСОВЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ АМЕРИКИ

Трегуб И.В.

Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия

itregub@fa.ru

*Аннотация. На основе разработанной эконометрической модели финансовых показателей корпоративного сектора финансового рынка установлено, что уровень финансовых обязательств США зависит от уровня ВВП, величины заработной платы, индекса промышленного производства и потребительских расходов. Построен прогноз изменений финансовых обязательств для 4 квартала 2024 года.*

*Ключевые слова: корпоративная прибыль, уровень ответственности, эконометрическое моделирование, корпоративный сектор США.*

## Введение

Корпоративный сектор США является крупнейшим в мире. Стабильность и благополучие в этом секторе влияет на многие процессы, протекающие в мировой экономике [1]. Любые изменения состояния корпоративного сектора, имеют решающее значение для понимания движущих сил экономики США в целом, поскольку правительство США получает больше налоговых поступлений именно от корпоративного сектора. Вместе с тем, по заявлениям средств массовой информации о рекордных прибылях корпораций, в реальности это далеко не всегда так.

Экспоненциальный рост корпоративного долга вызывает множество опасений. Берут ли компании на себя больше долгов, чем они реально могут справиться? Является ли это признаком чрезмерного использования заемных средств, когда будущие прибыли все больше зависят от обслуживания долга, а не от финансирования дальнейшего роста? Более того, состав этого долга будь то краткосрочные кредиты под высокие проценты или долгосрочные, более стабильные облигации – может существенно повлиять на финансовую уязвимость компании.

В этой работе мы не будем углубляться в различные сценарии потенциального взрыва пузыря на рынке корпоративного долга США. Акцент будет направлен на выявление основных движущих факторов изменения уровней обязательств в американской экономике и создание эконометрической модели, описывающей динамику прибыли компаний, позволяя прогнозировать ее изменения в частности и национальной экономики США в целом с точки зрения финансовой устойчивости крупнейшего сектора.

Результаты предыдущих исследований указывают на наличие высокой корреляции между прибылью организации и эффективностью управления ее ресурсами.

Другой взгляд на факторы, влияющие на корпоративную прибыль, представленный в 1965 году Тором Хультгреном [2] показывал, что корпоративная прибыль напрямую связана с ценой и себестоимостью единицы продукции, что математически обосновано и логично, поскольку прибыль получается из доходов за вычетом расходов. Основное внимание там уделялось степени изменений, которые различные комбинации изменений привнесли в ценовую маржу.

В то же время доказанным фактом является то, что пандемия COVID-19 принесла большую нестабильность в корпоративном секторе как в США, так и в мире в целом.

## 1. Материалы и методы

Для исследования рынка корпоративных обязательств была сформулирована следующая гипотеза:

- На уровень финансовых обязательств корпораций всех отраслей оказывают влияние затраты на выплату заработной платы работникам и руководящему составу; общий индекс промышленного производства и расходы на личное потребление.
- Увеличение среднего почасового заработка работников приводит к повышению уровня финансовых обязательств корпораций. Чем выше расходы на личное потребление, тем выше уровень финансовых обязательств всех секторов.

Структурная форма эконометрической модели имеет вид

$$\begin{cases} ASLL_t = b_0 + b_1 \cdot AHE_t + b_2 \cdot IPTI_t + b_3 \cdot PCE_t + U_t \\ b_1, b_3 > 0 \\ E(U_t) = 0; \sigma(U_t) = const \end{cases} \quad (1)$$

Эндогенная переменная модели ASLL – изменение уровня финансовых обязательств корпораций всех секторов (млрд \$, изменение в %)

Экзогенные переменные модели:

$AHE_t$  – среднечасовой заработок работников корпораций, выраженная в долларах за час в текущем году.

$IPTI_t$  – промышленное производство: общий индекс – измеряет реальный объем производства всех соответствующих предприятий, расположенных в Соединенных Штатах, независимо от их собственности, представленный в значении индекса на определенный момент времени, при этом индекс 2017 года принимается равным 100.

$PCE_t$  – расходы на личное потребление – показатель потребительских расходов, выраженный в миллиардах долларов в текущем году.

Для оценки динамики изменений исходные переменные были заменены их изменениями в процентных пунктах [4], рассчитанными по следующей стандартной формуле:

$$G_t = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} 100\%. \quad (2)$$

Где,  $Y_t$  – текущее значение переменной,  $Y_{t-1}$  – предыдущее значение переменной,  $G_t$  – изменение в % или темп роста.

Таким образом были скорректированы все переменные, кроме индекса промышленного производства, который был скорректирован как простое вычитание текущего значения его предыдущего значения, поскольку индекс уже является относительным значением.

Процентное изменение было взято вместо исходных данных с целью избавиться от зависимости всех переменных от времени, а также от автокорреляции и сосредоточиться на динамике выбранных показателей.

Оценки коэффициентов модели рассчитывались на основе 50 наблюдений (квартальные данные с 2011 по 2023 гг.) методом наименьших квадратов [3] в пакете программ эконометрического моделирования GRETL.

Основная идея метода наименьших квадратов заключается в том, что эмпирические данные аппроксимируются линейной функцией, коэффициенты наклона и пересечения которой выбираются таким образом, чтобы минимизировать квадрат расстояния между реальными наблюдениями и теоретической прямой.

Анализ на основе регрессии помогает выяснить статус взаимосвязи между двумя переменными. Целью анализа на основе регрессии, в том числе, является оценка значения случайной величины, которая отражает меру воздействия на зависимую переменную факторов, изначально не учтенных в модели.

Регрессионный анализ, основанный на методе наименьших квадратов, является наиболее обоснованным и подходящим для выявления линейной функциональной зависимости, аналитический вид которой представлен формулой ниже

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i. \quad (3)$$

Где  $Y_i$  – значение зависимой переменной в наблюдении  $i$  имеет два компонента: неслучайную компоненту

$$b_1 + b_2 X_i \quad (4)$$

здесь  $X$  является объясняющей или независимой переменной, а фиксированные величины  $b_1$  и  $b_2$  являются параметрами модели, т.е. оценками реальных, но неизвестных коэффициентов  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , уравнения (3).

Значения  $b_1$  и  $b_2$ , как отмечалось ранее, находятся путем решения оптимизационной задачи минимизации квадрата расстояния между эмпирическими и теоретическими значениями наблюдений.

Второй компонент уравнения (3) – случайное возмущение  $u_i$ , включаемое в модель для учета всех остальных факторов, которые на практике могут оказывать воздействие на исследуемую переменную, но в силу постановки задачи не включены в первоначальную модель.

Разница между реальным значением изучаемой переменной и ее значением, рассчитанным по модели, называется остатком.

Таким образом, остаток — это разность между фактическим и оценочным  $\hat{Y}_i$  значением зависимой переменной в конкретном наблюдении  $i$ . Остаток вычисляется по формуле:

$$e_i = (Y_i - b_1 - b_2 X_i). \quad (5)$$

Объясняющая способность модели определяется значение коэффициента детерминации  $R^2$ , вычисляемом по формуле:

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} = 1 - \frac{RSS}{TSS}. \quad (6)$$

Где  $RSS$  – разность квадратов остатков, измеряет уровень дисперсии в погрешности или остатках регрессионной модели, вычисляется по формуле:

$$RSS = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2. \quad (7)$$

$ESS$  – объясненная сумма квадратов — величина, используемая для описания того, насколько хорошо модель, часто регрессионная модель, представляет эмпирические данные. Чем меньше значение  $RSS$  относительно  $ESS$ , тем лучше линия регрессии соответствует или объясняет связь между зависимой и независимой переменной.  $ESS$  вычисляется по формуле:

$$ESS = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2. \quad (8)$$

$TSS$  – общая сумма квадратов — это величина, которая является частью стандартного способа представления результатов регрессионного анализа.

$$TSS = RSS + ESS. \quad (9)$$

$$TSS = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 + \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2. \quad (10)$$

Где  $\bar{Y}$  – это среднее значение  $Y$ ,  $\hat{Y}_i$  – это оцененное по модели значение  $Y$ , и  $Y_i$  реальное (эмпирическое) значение  $Y$ .

Все они необходимы для расчета коэффициента детерминации  $R^2$ . При простом регрессионном анализе  $R^2$  равен квадрату коэффициента корреляции между  $X$  и  $Y$ .

Коэффициент детерминации используется как мера того, насколько хорошо линия регрессии объясняет связь между зависимой переменной ( $Y$ ) и независимой переменной ( $X$ ).

Чем ближе коэффициент детерминации к единице, тем лучше линия регрессии соответствует данным выборки. Так, что в общем случае значения коэффициента детерминации удовлетворяют неравенству:

$$0 \leq R^2 \leq 1. \quad (11)$$

Где значения коэффициента детерминации, равное нулю отражает полное отсутствие линейной зависимости между изучаемыми переменными.

## 2. Результаты и их обсуждение

Выходные статистики представлены на рисунке 1.

ASLL: МНК, использованы наблюдения 2011:1-2023:2 (T = 50)  
Зависимая переменная: ASLL

	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение	
const	0,00384172	0,00156915	2,448	0,0182	**
АНЕ	0,863837	0,163203	5,293	3,27e-06	***
IPTI	-0,0142140	0,00498624	-2,851	0,0065	***
PCE	1,38444	0,480983	2,878	0,0060	***
Среднее завис. перемен	0,011277	Ст. откл. завис. перемен	0,007405		
Сумма кв. остатков	0,001128	Ст. ошибка модели	0,004952		
R-квадрат	0,580129	Исправ. R-квадрат	0,552746		
F(3, 46)	21,18581	F-значение (F)	9,12e-09		
Лог. правдоподобие	196,5349	Крит. Акаике	-385,0698		
Крит. Шварца	-377,4217	Крит. Хеннана-Куинна	-382,1573		
параметр rho	-0,045907	Стат. Дарбина-Уотсона	1,987101		

обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

Рис. 1. Выходные статистики оцененной эконометрической модели

Анализ результатов исследования показал, что все выбранные экзогенные переменные модели являются значимыми для всех приемлемых уровней значимости. Коэффициент детерминации  $R^2_{adj}$  для модели темпа роста уровня финансовых обязательств показывает, что более 58% изменений темпа роста уровня ответственности всех секторов объясняется изменением среднечасовой ставки,

изменение общего индекса промышленного производства и изменение расходов на личное потребление в рамках линейной модели регрессии.

По результатам F-теста можно сделать вывод, что качество спецификации модели высокое, а коэффициент детерминации не формируется под влиянием случайных величин, так как значение  $F(3, 46)$  больше, чем  $F_{crit}$  при уровне значимости.  $\alpha = 0,01$ .

T-тест проводился путем сравнения p-значений t-статистики и уровня значимости. В этой модели только константа значима при  $\alpha = 0,05$ , а коэффициенты перед средней почасовой ставкой, ростом промышленного индекса и темпом роста потребительских расходов значимы при  $\alpha = 0,01$ , что позволяет их интерпретировать.

Для проверки остатков модели на гетероскедастичность был проведен тест Бреуша-Пэгана, по результатам которого был сделан вывод об ее отсутствии. Автокорреляцию остатков проверяли с помощью теста Дарбина-Ватсона при уровне значимости 0,05. По результатам тестирования можно сделать вывод, что предпосылки теоремы Гаусса–Маркова выполнены, а коэффициенты модели несмещены, состоятельны и эффективны.

Для проверки адекватности модели был построен доверительный интервал и сравнен со статистическими данными контрольной выборки за 3 квартал 2023 года. График ниже экспортирован из Gretl.

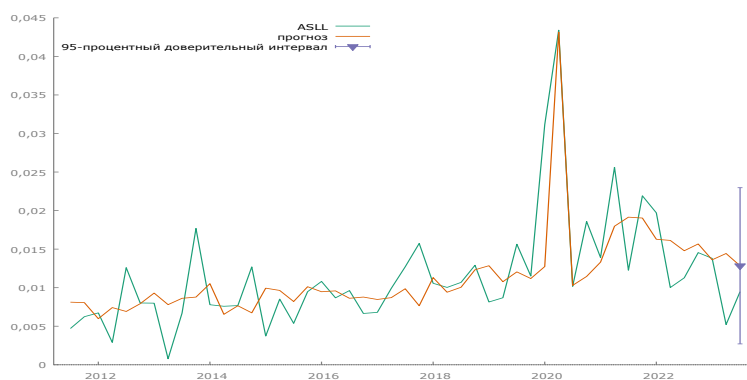


Рис. 2. Реальные и модельные данные уровня финансовых обязательств

При вероятности ошибки менее 5% темп роста эмпирического уровня ответственности попадает в доверительный интервал. Таким образом, можно сделать вывод, что разработанная модель адекватна и пригодна для прогнозирования.

Используя функции прогнозирования в Gretl, можно сделать прогноз темпов роста корпоративной прибыли в 4 квартале. Пессимистический прогноз при темпах роста уровня ответственности всех отраслей будет при снижении темпов роста, и наоборот, оптимистичный – прирост темпов роста.

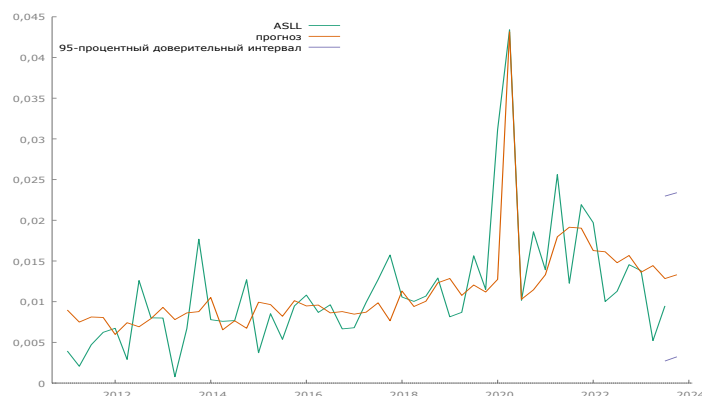


Рис. 3. Прогнозы темпов роста уровня финансовых обязательств на четвертый квартал с базовым (оранжевый), пессимистическим (нижний синий) и оптимистичным (верхний синий)

Используя границы доверительных интервалов в качестве оптимистического и пессимистического прогноза, можно сделать вывод, что в 4 квартале прогнозируется рост уровня финансовых обязательств в среднем на 1,33% (рост быстрее, чем в предыдущем квартале) с оптимистический прогноз до 2,34% или замедление роста при пессимистическом сценарии на 0,32%.

### 3. Заключение

В представленной работе был проведен анализ различных сценариев развития рынка корпоративного долга США на основе выявления основных движущих факторов изменения уровней обязательств и создания эконометрической модели, описывающей динамику прибылей и пассивов, и позволяющей прогнозировать изменения уровня корпоративных обязательств для оценки общего состояния корпоративного сектора с точки зрения его финансовой устойчивости.

Полученные результаты моделирования позволяют сделать следующие количественные выводы: при увеличении темпа роста среднечасовой ставки на 1 процентный пункт уровень финансовых обязательств увеличивается на 0,864 процентных пункта; при увеличении индекса общего объема промышленного производства на 1 пункт уровень финансовых обязательств снижается на 0,014 процентных пункта; при увеличении расходов на личное потребление на 1 процентный пункт корпоративная прибыль после уплаты налогов увеличивается на 1384 процентных пункта.

Сравнение результатов, полученных с помощью модели, с оценкой темпов роста уровня финансовых обязательств, приведенной в аналитических обзорах, показало, что ошибка аппроксимации данных составляет 15,4%. Она высока, но все же приемлема ввиду специфики модели и ее объясняющей способности.

В целом видно, что расходы на промышленное производство и потребление влияют на эндогенную переменную. Промышленное производство оказывает негативное влияние, поскольку увеличение производства означает усиление конкуренции и возможное перенасыщение рынков товарами, что приводит к снижению прибылей и дестимулированию заимствований.

В то же время рост заработной платы работников приводит к резкому увеличению расходов, которые в основном покрываются за счет долгового финансирования и расширения обязательств в экономике.

Также очевидно, что уровень финансовых обязательств никогда не снижается – его рост лишь замедляется или ускоряется в ходе различных экономических событий. Например, уровни обязательств по COVID-19 имели самый большой скачок за последние годы, и в среднем темпы роста были выше, чем в докризисные годы. Это также соответствует падению прибылей в начале пандемии и их резкому росту из-за эффекта низкой базы и государственных стимулов.

Таким образом, модель могут описать изменения и дать некоторое представление о том, как макроэкономические факторы влияют на корпоративный сектор Соединенных Штатов Америки, а также сделать необходимые выводы, которые могут быть ценными для политиков, особенно со стороны ФРС и других центральных банков, которые имеют аналогичный опыт с высшим монетарным органом США.

### Литература

1. *Трегуб И.В., Гимадеев С.А.* Моделирование валютного курса России и зарубежных стран использования // Современная экономика: проблемы и решения. – 2017. – № 4. – С. 44-49.
2. *Thor Hultgren* Cost, Prices, and Profits: Their Cyclical Relations // 1965 NBER – 0-870-14098-1 – p. 3 – 12
3. *Трегуб И.В.* Мягкие измерения в моделях анализа влияния финансового кризиса на мировые финансовые рынки // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2017. – № 4. – С. 188-194.
4. *Трегуб И.В., Трегуб А.В.* Применение коинтеграционного анализа для исследования взаимного влияния финансовых временных рядов // Фундаментальные исследования. – 2015. - № 8-3. – С. 620-623.