

О моделях динамического стохастического общего равновесия
для моделирования макроэкономических систем

Startup Village 2025

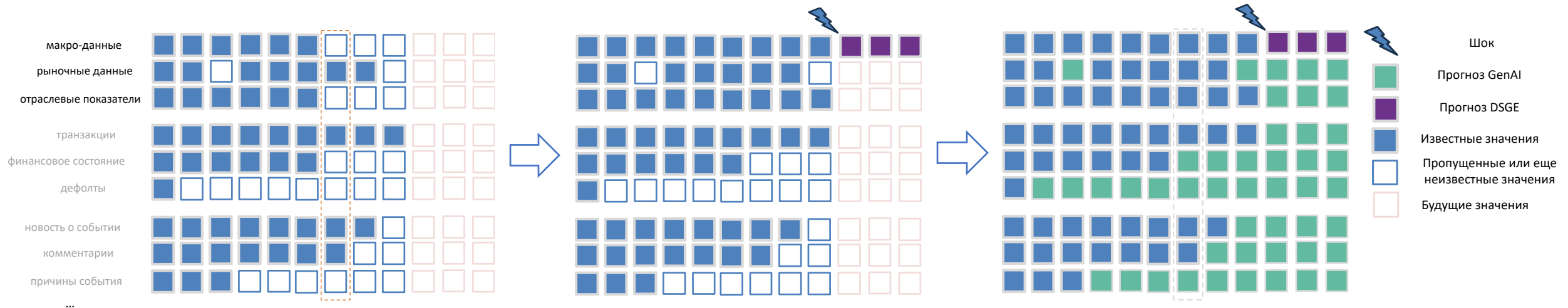
29 мая 2025

Executive summary

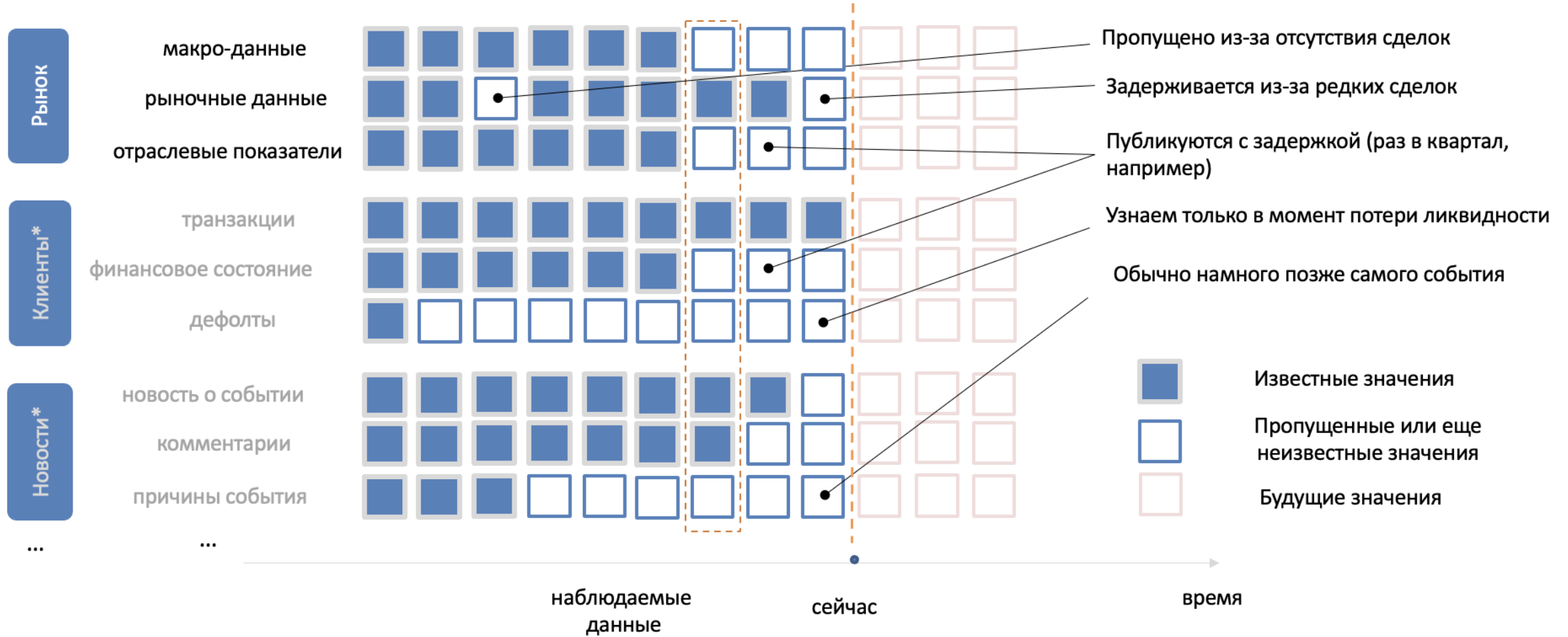
- DSGE модели делают возможным прогнозирование макрофакторов
- Прогнозирование макрофакторов может быть полезно само по себе (например, ЦБ это делает для составления своих прогнозов и принятия решений)
- Прогнозирование макрофакторов также полезно для правильного создания сценариев для стресс-тестирования
- В стресс-тестировании на вход подается какой-то шок (например, шок процентной ставки), а на выход мы хотим получить, на сколько изменится PV портфеля инструментов
- Хотим правильно учитывать взаимозависимости между факторами (например, если курс USDRUB будет 120, то мы не ожидаем увидеть ключевую ставку на уровне 7%)
- Примеры использования в банковском бизнесе:
 - CIB: стресс-тестирование рыночного риска (прогноз фондового рынка в заданном стрессовом сценарии)
 - B2B: стресс-тестирование кредитного риска и оптимизация портфеля (прогноз отраслевых показателей в заданном стрессовом сценарии)

DSGE + GenAI = данные для стресс-теста

- Модель экономики – модель зависимости наблюдаемых данных банка
- В рамках подхода DSGE экономика описывается как результат взаимодействия небольшого числа макроэкономических агентов – Домохозяйство, Производитель, Правительство и т.д.
- Выставляя значения шоков (шок экспорта, шок технологического прогресса ...) можно получить прогнозы макропеременных в сценарии
- Сами значения шоков можно семплировать как случайные величины из откалиброванного распределения
- Затем прогнозы DSGE модели вместе с историческими данными передаются генеративной модели, она предсказывает остальные показатели при условии на сценарий
- **Итого:** DSGE (макро) + GenAI (рыночные данные, отраслевые показатели) помогает делать сценарии для стресс-тестирования



Структура наблюдаемых данных



Применение DSGE и GenAI



Шок



Прогноз GenAI



Прогноз DSGE



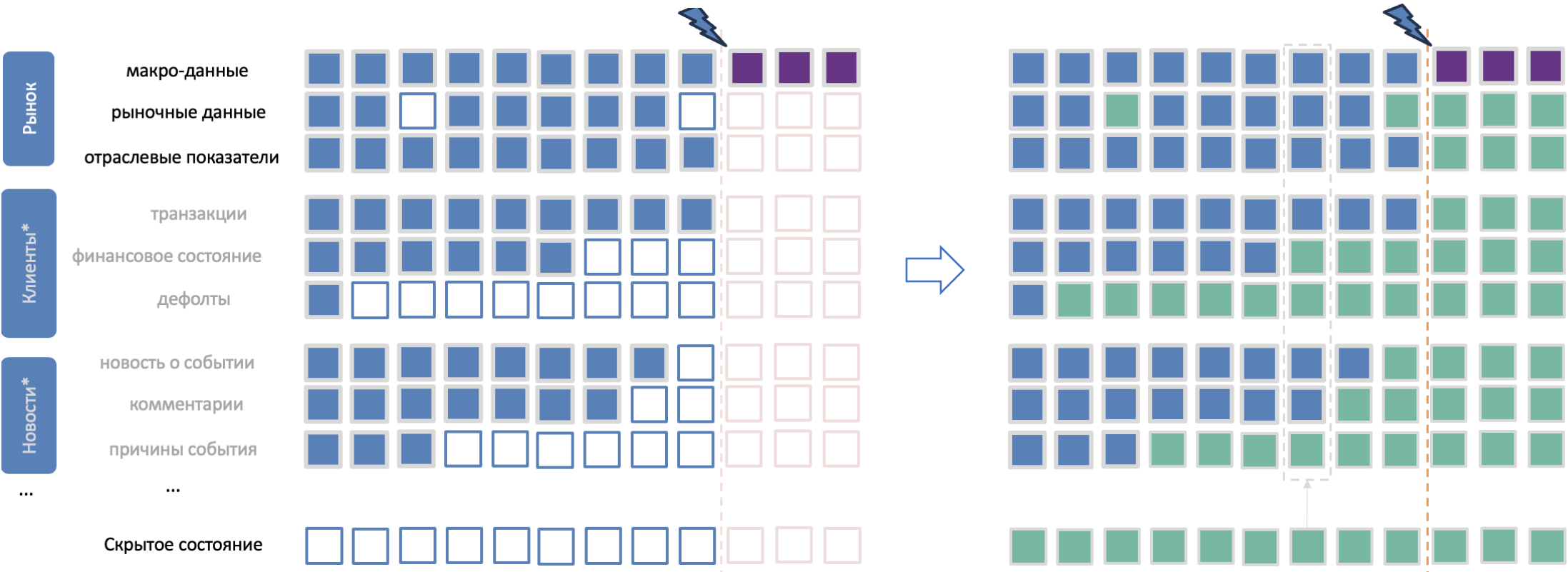
Известные значения



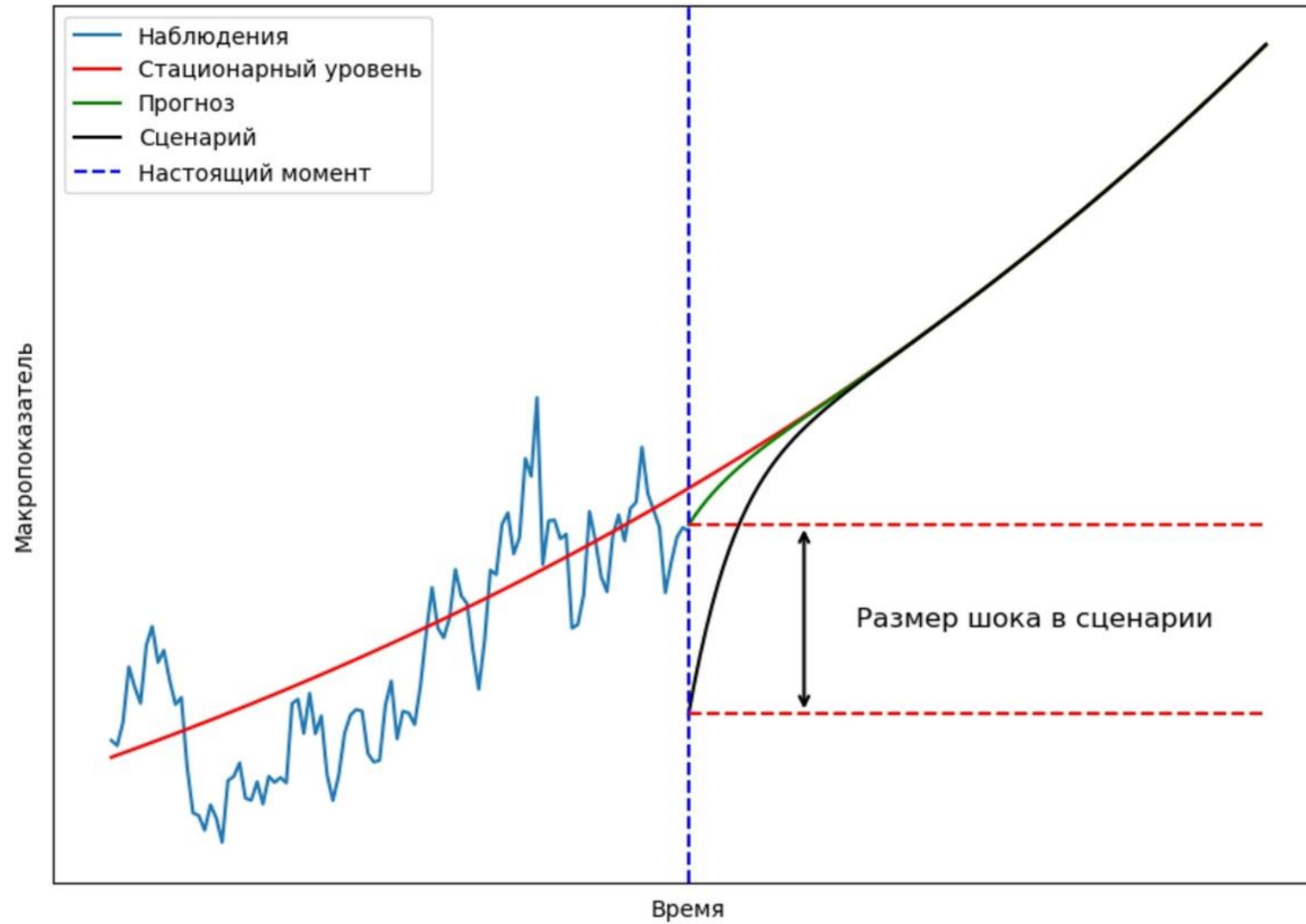
Пропущенные или еще неизвестные значения



Будущие значения



Модель DSGE: что получаем на выходе



Предсказываемые макропоказатели

- Рост реального ВВП
- Инфляция
- Рост реальных располагаемых денежных доходов населения
- Средний за период курс рубля к доллару США (av USD/RUB)
- Инфляция заработной платы
- Ключевая ставка средняя за период (av)
- Рост реального потребления домохозяйств
- Рост реального государственного потребления
- Рост реальных инвестиций
- Рост реального экспорта
- Рост реального импорта
- Рост номинального потребления домохозяйств
- Рост номинального государственного потребления
- Рост номинальных инвестиций
- Рост номинального экспорта
- Рост номинального импорта
- Дефлятор инвестиций
- Дефлятор государственного потребления
- Дефлятор экспорта – Дефлятор импорта
- Изменение государственного внутреннего долга
- Изменение государственного внешнего долга
- Изменение внешнего долга экономики
- Рост численности занятых
- Рост объема основных фондов
- Рост объема собранных налогов
- Рост расходов бюджета
- Кредиты, Депозиты, Резервы

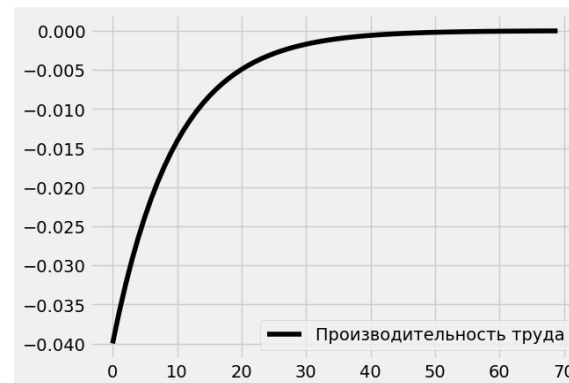
Структурные шоки экономики, учтенные в модели

Обозначение	Смысл переменной
ζ_t^L	Шок предпочтений к труду
ζ_t^β	Шок межвременных предпочтений
ζ_t^I	Шок эффективности инвестиций
$\zeta_t^{\mu A}$	Шок технологического прогресса
ζ_t^A	Шок производительности
$\zeta_t^{\mu M}$	Шок инфляции импорта
ε_{G_t}	Шок государственных расходов
ε_{Ex_t}	Шок экспорта
$\varepsilon_{B_t^*}$	Шок внешнего долга домохозяйства

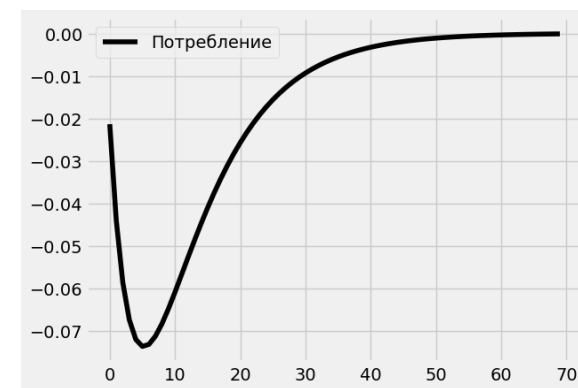
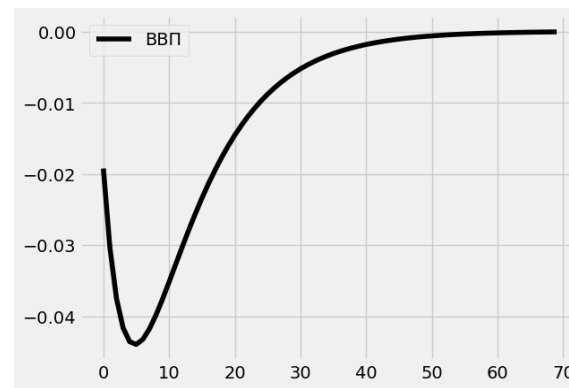
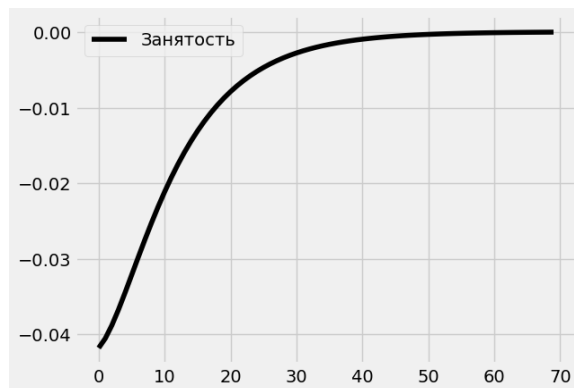
Обозначение	Смысл переменной
ε_{Tax_t}	Шок налогов
ε_{Tr_t}	Шок трансфертов
ε_{F_t}	Шок внешнего долга государства
ε_{OC_t}	Шок прочих расходов домохозяйства
$\varepsilon_{r_t^F}$	Шок ставки по внешнему долгу государства
$\varepsilon_{r_t^*}$	Шок ставки по внешнему долгу домохозяйства
ζ_t^{CB}	Шок ключевой ставки
$\zeta_t^{\mu ext}$	Шок роста мировой экономики
$\varepsilon_{OC_t^{ex}}$	Шок прочих компонентов платежного баланса

Игрушечный пример: impulse-response functions (IRF)

Моделируемый шок:



Прогноз макропоказателей (IRF):



Игрушечный пример: шок производительности труда на RBC model

Предсказываемые макропоказатели:

- Зарплаты W
- Ставка аренды капитала R
- Уровень капитала K
- ВВП Y
- Уровень занятости L
- Потребление C

Шоки:

- Производительность труда A

Агенты:

- Домохозяйство (владеет капиталом, работает)
- Фирма (Арендует у домохозяйства труд и капитал, выпускает товар потребления)

Что происходит:

- Производится товар
$$Y_t = A_t K_{t-1}^\alpha L_t^{1-\alpha}$$
- Товар расходуется домохозяйством на потребление и инвестиции

$$Y_t = C_t + I_t$$

- Фирма получает прибыль

$$\Pi_t = Y_t - W_t L_t - R_t K_{t-1}$$

Динамика:

- $K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t$
- $\log A_t = \rho \log A_{t-1} + \varepsilon_t$

В2В: стресс-тестирование кредитного риска

- **Сценарий 1: ужесточение ДКП на фоне перегрева экономики**

- **Описание сценария:** на фоне наблюдаемого перегрева экономики Центральный банк избыточно ужесточает ДКП (в модели – за счет дополнительного повышения ключевой ставки).

- **Добавление в модель:** положительный шок производительности 0.2 std + шок ключевой ставки +5 п.п.

- **Результат:** значимое снижение инфляции на фоне торможения ВВП, потребления и инвестиций, а также эффект на состояние рынка труда (падение ставок оплаты труда)

$$\zeta_t^A = 0.122, \\ \zeta_t^{CB} = 0.05$$

- **Сценарий 2: снижение мотивации к труду**

- **Описание сценария:** из-за регуляторных мер или внешнего воздействия ужесточается дефицит предложения на рынке труда.

- **Добавление в модель:** положительный шок предпочтений к труду 1 стандартное отклонение

- **Результат:** из-за дефицита кадров растут расходы на оплаты труда, что приводит к ускорению инфляции на фоне долгосрочных эффектов на экономических роста

$$\zeta_t^L = 0.6$$

- **Сценарий 3: введение дополнительных ограничений на экспорт**

- **Описание сценария:** на фоне усиления санкций резко ограничиваются экспортные возможности экономики. Эффект наблюдается в течение одного квартала до нахождения возможности обойти новые ограничения.

- **Добавление в модель:** негативный шок экспорта на 5%.

- **Результат:** из-за резкого сжатия экспорта наблюдается сокращение ВВП и импорта. При этом для краткосрочных шоков изменение потребления и инвестиций незначительно из-за использования накопленных запасов

$$\varepsilon_{Ex_t} = -375$$

С чего лучше начать изучать эту тему?

- <https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/research/epr/10v16n2/1010sbor.pdf>
- https://www.dt.mef.gov.it/export/sites/sitodt/modules/documenti_en/analisi_progammazione/brown_bag/Microfoundations_of_DSGE_Models.pdf