

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ В ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ГЕТЕРОГЕННОГО ДИСКОНТИРОВАНИЯ ИНДИВИДАМИ

В последнее десятилетие для российской экономики особо остро стоит проблема стимулирования экономического роста. Правительственными организациями активно разрабатываются программы, направленные на стимулирование экономического роста, производительности труда, накопления человеческого капитала и на увеличение благосостояния граждан. В сложившихся геополитических и экономических условиях накопление человеческого капитала в России приобретает особую актуальность. В данном исследовании проблема накопления человеческого капитала в России изучается на базе модели 60-ти пересекающихся поколений с гетерогенными по ряду параметров индивидами и неопределенностью относительно будущих доходов.

Современные модели общего равновесия с описанием сектора образовательных услуг строятся, как правило, в предпосылках о гомогенности параметров предпочтений индивидов, в том числе и гомогенности параметров дисконтирования. В данном исследовании предполагается, что индивиды гетерогенны по ряду параметров, к которым относятся степень несклонности к риску, индивидуальный параметр межвременного дисконтирования и уровень способностей. Основной акцент в разрабатываемой модели делается на ввод гетерогенного дисконтирования индивидами и описание неопределенности будущих доходов в условиях гетерогенного дисконтирования и гетерогенной несклонности к риску.

В работе анализируется экономическая политика государства в области высшего образования на основе модели общего равновесия с пересекающимися поколениями для российской экономики, в которой описывается взаимодействие населения (семья), государства, образовательного учреждения.

### **Выводы:**

- Решение о выборе индивидами уровня образования зависит не только от сложившихся макроэкономических условий, но и от индивидуальных характеристик индивидов, к которым относятся способности к обучению, отношение к риску и индивидуальный коэффициент дисконтирования. Эффективность проводимой политики будет зависеть от толерантности индивидов к риску, а также степени их смещенности к настоящему. Если горизонт планирования у индивидов низок, и они больше ценят текущее потребление, они будут иметь низкие стимулы к инвестированию в человеческий

капитал. Если индивиды несклонны к риску, их стимулы к получению высшего образования тем ниже, чем выше дисперсия их заработной платы, которую они будут получать по окончании обучения. Чтобы стимулировать таких индивидов получать высшее образование, потребуется затратить больше средств для увеличения доли людей с высшим образованием в экономике.

- В исследовании рассмотрены 3 варианта экономической политики, направленной на стимулирование накопления человеческого капитала. Первый – различное распределение заданной суммы средств на образовательные субсидии. В базовом сценарии субсидия покрывает 100% расходов на высшее образование. При покрытии 75% расходов и выдаче субсидии большему числу индивидов, доля людей с высшим образованием в экономике увеличивается на 1.2 п.п., при 50%-й субсидии – на 2.5 п.п. Второй – увеличение количества субсидий, финансируемое за счет паушальных налогов. Увеличение субсидий в 2 раза увеличивает долю людей с высшим образованием в экономике на 7.5 п.п. Третий – финансирование за счет изменения ставки налога. Увеличение субсидий в 2 раза может быть достигнуто за счет увеличения ставки подоходного налога до 13.7%, налога на потребление до 20.4%, социальных взносов до 30.35%.
- В базовом сценарии увеличение доли людей с высшим образованием не оказывает влияние на темпы экономического роста. В альтернативном сценарии увеличение доли людей с высшим образованием на 10 п.п. увеличивает темпы роста на 1 п.п. В этих условиях увеличение субсидий на образование в 2 раза приводит к увеличению доли людей с высшим образованием на 3.5 п.п., к увеличению темпов роста с 1% до 1.3%.

### **Краткое описание модели:**

Модель представляет собой экономическую систему пересекающимися поколениями и состоящую из 4-х блоков: индивидов, фирм, образовательного учреждения и государства. Ключевая характеристика модели заключается в эндогенном принятии индивидами решения о получении образования. При этом индивиды являются гетерогенными по способностям к обучению и предпочтениям. В рамках серьезных упрощающих предпосылок рассматривается только 2 уровня образования: среднее и высшее (бакалавриат) без деления на среднее общее и среднее специальное. Также предполагается, что решение о поступлении в ВУЗ принимается только один раз и не может быть изменено. Все индивиды, поступившие в ВУЗ, оканчивают его: они не бросают обучение и не могут быть отчислены. Самый молодой индивид, которого мы рассматриваем

в модели – это индивид, окончивший школу (получивший среднее образование) и сдавший экзамен ЕГЭ.

## 2.1 Блок индивидов

Модель описывает поведение рациональных экономических агентов в отношении потребления, сбережений и выбора уровня образования. Каждый индивид принимает решения, исходя из индивидуальных особенностей и сложившейся макроэкономической конъюнктуры (процентной ставки, ставки заработной платы, ставок налогообложения, объема субсидирования и др.). Все индивиды предполагаются гетерогенными по отношению к риску, по ставке межвременного дисконтирования, а также по способностям к обучению. Способности к обучению, уровень образования, трудовой стаж определяют человеческий капитал индивида, на основе чего формируется предложение труда. Целевая функция каждого индивида – максимизация интегральной полезности, зависящей от потребления, при заданном бюджетном ограничении. Другими словами, индивиды ищут оптимальную траекторию потребления и уровень образования, которые обеспечат им максимальную полезность.

В начале жизни возраст индивида составляет 18 лет, а продолжительность жизни – 60-ти периодов. Таким образом, модель описывает поведение 60 одновременно живущих поколений в возрасте от 18 до 77 лет. Индивиды не могут совмещать получение образования с работой: в период обучения их предложение труда равно нулю. Альтруистические связи между поколениями отсутствуют, и все индивиды начинают взрослую жизнь без каких-либо активов. По этой причине получение высшего образования сопровождается накоплением долгов в течение 4-х лет обучения в бакалавриате. Достигнув пенсионного возраста, индивиды покидают рынок труда и живут на накопленные в течение жизни сбережения, не оставляя наследства и долгов. Предполагается также, что финансовые рынки в модели совершенны. Индивиды не сталкиваются с какими-либо ограничениями по займам для финансирования своего образования в течение жизненного цикла. Эта предпосылка позволяет нам не рассматривать альтруистические связи между поколениями. На самом деле именно родители зачастую выделяют средства на образование детей, особенно в условиях, когда финансовые рынки несовершенны. Для упрощения можно не рассматривать финансовую роль родителей в условиях совершенных рынков. В итоге ограничением нашего анализа является то, что мы не рассматриваем не имеющих доступ к финансовым рынкам бедных индивидов, родители которых не могли бы иметь возможность обеспечить образование детям.

В модели предполагается, что заработная плата индивида является функцией от индивидуального предложения труда ( $l_{g,t}$ ), накопленного человеческого капитала ( $Z_{g,u}$ ),

устойчивых темпов экономического роста ( $e^\gamma$ ), а также сложившейся в экономике равновесной ставки заработной платы на единицу человеческого капитала ( $w_t$ ). Предложение труда  $l_{g,t}$  задается экзогенно (мы рассматриваем ситуацию, при которой индивид по трудовому договору работает 40 часов в неделю) и  $l_{g,t} = 1$  в периоды, когда индивид работает,  $l_{g,t} = 0$  в периоды, когда индивид не работает. Зарботная плата работающего индивида ( $l_{g,t} = 1$ ) в возрасте  $g$  в момент времени  $t$  определяется системой (1):

$$\begin{cases} w_{g,t,u} = w_t \cdot Z_{g,u} \cdot e^{\gamma t}, & l_{g,t} = 1 \\ w_{g,t,u} = 0, & l_{g,t} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$w_{g,t,u}$  – зарботная плата индивида с баллами ЕГЭ  $u$  в возрасте  $g$  в момент времени  $t$

$w_t$  – равновесная ставка заработной платы на единицу человеческого капитала в экономике в момент времени  $t$

$Z_{g,u}$  – накопленный человеческий капитал человека в возрасте  $g$  с баллами ЕГЭ  $u$

$e^\gamma$  – устойчивые темпы экономического роста

$l_{g,t}$  – индивидуальное предложение труда (=1, если индивид работает и = 0, если индивид не работает)

Равновесная ставка  $w_t$  в модели формируется путем взаимодействия между агрегированным спросом на труд и агрегированным предложением труда. Темпы технологического прогресса  $\gamma$  на уровне отдельного индивида принимаются как экзогенно заданные. в модели они могут являться функцией от доли людей с высшим образованием, если рассмотреть наличие внешних эффектов от получения индивидами образования на темпы технологического прогресса, что будет обсуждаться далее.

Рассмотрим подробнее, как формируется человеческий капитал  $Z_{g,u}$  для индивидов со средним (2) и высшим (3) образованием:

$$\ln Z_{g,u}^0 = k_1^0 g + k_2^0 g^2 + \gamma_u u + \varepsilon^0 \quad \text{для индивидов со средним образованием} \quad (2)$$

$$\ln Z_{g,u}^1 = k_1^1 g + k_2^1 g^2 + \gamma_q \gamma_u u + \varepsilon^1 \quad \text{для индивидов с высшим образованием} \quad (3)$$

$k_1^0, k_2^0$  – коэффициенты отдачи от возраста для индивидов со средним образованием

$k_1^1, k_2^1$  – коэффициенты отдачи от возраста для индивидов с высшим образованием

$\varepsilon^0, \varepsilon^1$  – случайные шоки для соответствующих уровней образования

$\gamma_u$  – отдача от баллов ЕГЭ

$u$  – количество набранных баллов ЕГЭ

$\gamma_q$  – коэффициент отдачи от высшего образования

Натуральный логарифм заработной платы индивида может быть представлен в следующем виде:

1) Для индивидов со средним образованием (4):

$$\ln w_{g,t,u}^0 = \ln(w_t \cdot Z_{g,u}^0 \cdot e^{\gamma t}) = \ln w_t + k_1^0 g + k_2^0 g^2 + \gamma_u u + \gamma t + \varepsilon^0 \quad (4)$$

2) Для индивидов с высшим образованием (5):

$$\ln w_{g,t,u}^1 = \ln(w_t \cdot Z_{g,u}^1 \cdot e^{\gamma t}) = \ln w_t + k_1^1 g + k_2^1 g^2 + \gamma_q \gamma_u u + \gamma t + \varepsilon^1 \quad (5)$$

В таком представлении  $\ln w_{g,t,u}^0$  и  $\ln w_{g,t,u}^1$  – наблюдаемые величины, и мы можем оценить влияние независимых переменных на  $\ln w_{g,t,u}^0$  и  $\ln w_{g,t,u}^1$ .

Формализуем задачу выбора индивидов. Глобально задача индивидов состоит в максимизации интегральной ожидаемой полезности. При этом, в зависимости от количества набранных баллов ЕГЭ индивиды сталкиваются с разными бюджетными ограничениями. Индивид выбирает оптимальную траекторию потребления и уровень образования, который максимизирует его полезность:

$$EU_t^* = \max\{EU_{t,q=0}, EU_{t,q=1}\}$$

Где  $EU_t$  для среднего уровня образования ( $q=0$ ) и высшего ( $q=1$ ), определяется из задачи:

$$EU_t = E \left( \sum_{g=1}^{60} \beta_i^{g-1} \left( \frac{c_{t,t+g-1}^{1-\theta_i}}{1-\theta_i} \right) \right) \rightarrow \max_c, i = 1, \dots, n, \quad (6)$$

$$a_{t+1,g+1} = (1+r_t) \cdot a_{t,g} - (1+\tau_c)c_{t,g} - p_t^e(1-\tau_p) + (1-\tau_w)w_{t,g} + Tr_t \quad (7)$$

где  $EU_t$  – ожидаемая полезность;

$\beta_i$  – индивидуальный коэффициент дисконтирования;

$g$  – возраст домохозяйства;

$c$  – потребление;

$\theta_i$  – параметр, характеризующий предпочтения индивида, величина, обратная эластичности межвременного замещения;

$E$  – оператор математического ожидания;

$a$  – величина активов;

$r$  – реальная процентная ставка в экономике;

$w_{t,g}$  – заработная плата;

$\tau_w$  – ставка подоходного налога;

$\tau_c$  – ставка налога на потребление

$Tr$  – трансферт от государства.

В модели используется функция мгновенной полезности вида CRRA (8):

$$EU(c) = \frac{c^{1-\theta}}{1-\theta} \quad (8)$$

Где параметр  $\theta$  различен для каждого индивида. В экономической теории этот параметр трактуется как степень избегания риска.

Еще один важный фактор, влияющий на выбор уровня образования - норма дисконтирования  $\beta$ . Индивиды предполагаются гетерогенными по этому параметру. Низкое значение  $\beta$  означает сильное обесценение будущей полезности, высокое – слабое. То есть первом случае индивид больше ценит сегодняшнее потребление, чем завтрашнее. Если образование предполагает выгоды в отдаленном будущем, а индивид обладает низким коэффициентом  $\beta$ , получение высшего образования будет выглядеть менее привлекательным.

## 2.2 Фирмы

Фирмы образуют сектор, производящий товары и услуги, предназначенные для потребления. Они предъявляют спрос на труд разной квалификации. В этом секторе заняты индивиды с высшим образованием и индивиды со средним образованием. Наряду с трудом в этом секторе фактором производства выступает капитал. Целевая функция фирм – максимизация прибыли.

Производственная функция сектора (9):

$$Y_{1t} = A_1 K_t^\alpha L_{1t}^{1-\alpha} \quad (9)$$

где  $Y_{1t}$  – выпуск в секторе благ и услуг;

$K_t$  – капитал;

$L_{1t}$  – количество труда, занятого в секторе благ и услуг;

$\alpha$  – эластичность выпуска по капиталу

Пусть относительная цена блага в этом секторе  $p = 1$ . Фирмы решают задачу максимизации прибыли (10).

$$PR_{1t} = A_1 K_t^{\alpha_1} L_{1t}^{1-\alpha_1} - (1 + \tau_f) w_t L_{1t} - R_t K_t \rightarrow \max_{L_{1t}, K_t} \quad (10)$$

Решая задачу фирмы, получим соотношения (11)-(12):

$$(1 + \tau_f) w_{1t} = \frac{(1 - \alpha) Y_{1t}}{L_{1t}} \quad (11)$$

$$\frac{1}{1 - \tau_k} r_t + \delta = \frac{\alpha Y_{1t}}{K_t} \quad (12)$$

где  $w_{1t}$  – заработная плата в производственном секторе

$\tau_f$  – Единный Социальный Налог (ЕСН)

$\tau_k$  – налог на прибыль

Заметим, что

$$\frac{Y_{1t}}{K_t} = A_1 k_{1t}^{\alpha-1} \quad (13)$$

$$\frac{Y_{1t}}{L_{1t}} = A_1 k_{1t}^{\alpha} \quad (14)$$

Тогда:

$$(1 + \tau_f) w_{1t} = (1 - \alpha) A_1 k_t^{\alpha} \quad (15)$$

$$\frac{1}{1 - \tau_k} r_t + \delta = \alpha A_1 k_t^{\alpha-1} \quad (16)$$

где  $k_t = \frac{K_{1t}}{L_{1t}}$

### 2.3 Сектор образования

Для упрощения вся система образования описана как единый ВУЗ. В модели не учитываются межвузовские и региональные различия в системах высшего образования, их размере и качестве.

Производственная функция сектора образования имеет вид (17):

$$Y_{2t} = A_2 \left( \frac{L_{2t}}{e^{\gamma t}} \right) \quad (17)$$

$Y_{2t}$  – выпуск в секторе образования – число обучающихся;

$L_{2t}$  – количество труда, занятого в секторе образования;

$e^{\gamma t}$  – темп роста эффективности труда.

Относительная цена блага в этом секторе –  $p_t^e$  .

В уравнении (24) предполагается, что труд при производстве образовательных услуг выражается в людях, а не в условных единицах человеческого капитала. Другими словами, предполагается, что соотношение числа преподавателей к числу студентов сохраняется во времени. Поскольку, согласно введенным переменным, число единиц эффективного труда  $L_t$  растет в экономике темпом  $e^{\gamma}$ , чтобы на качественном уровне обеспечить постоянство соотношения числа преподавателей к числу студентов, мы в (24) нормируем единицы эффективного труда на трендовый рост  $e^{\gamma t}$ . Без данной нормировки в модели бы не существовало хорошо определенной траектории устойчивого роста – реальная заработная

плата индивидов бы с течением времени росла более высокими темпами, чем цена образовательной услуги, что приводило бы к относительному удешевлению стоимости образовательных услуг и привлечению все большего и большего числа студентов. В рассматриваемых же предпосылках цена образовательной услуги на траектории сбалансированного роста будет расти таким же темпом, что и заработная плата индивида за час работы, что обеспечит стационарность доли населения с высшим образованием в общей численности населения.

Задача образовательного учреждения сводится к минимизации издержек (18):

$$TC_{2t} = (1 + \tau_f)w_{2t}L_{2t} \rightarrow \min_{L_{2t}} \quad (18)$$

На производство заданного объема выпуска (19):

$$Y_{2t} = A_2 \left( \frac{L_{2t}}{e^{\gamma t}} \right) \quad (19)$$

Решая задачу ВУЗа, получим (20):

$$(1 + \tau_f)w_{2t} = \frac{p_t^e A_2}{e^{\gamma t}} \quad (20)$$

где  $w_{2t}$  – заработная плата работников сферы образования

$p_t^e$  – плата за образование

Завершая описание решений производственного сектора и образовательного сектора, отметим, что условия равновесия на рынках должны обеспечивать равенство спроса и предложения факторов производства ((21)-(22)), а также равенство ставок заработных плат (23).

Равенство предложения капитала спросу на капитал:

$$K_t^d = K_t^s \quad (21)$$

$K_t^d$  выводится из производственной функции сектора благ и услуг

$K_t^s$  получается в результате суммирования активов всех индивидов с предпочтениями  $\beta_j$ ,  $\theta_i$  и способностями  $u_k$ , полученных в результате решения задачи домохозяйства.

Равенство спроса на труд предложению труда:

$$L_t^d = L_{1t}^s + L_{2t}^s \quad (22)$$

Где  $L_{1t}^s$  – предложение труда в первом секторе



$L_{2t}^S$  – предложение труда во втором секторе

$$w_{1t} = w_{2t} = w_t^* \quad (23)$$

Условие (23) выполняется в силу предпосылки о мобильности труда между секторами, которая возможна из-за того, что труд в разных секторах однородный. Другими словами, труд в двух секторах является совершенно заменяемым.

В многочисленных работах, написанных с 1960-х годов, изучалось влияние образования на темпы экономического роста. На тот момент исследователей в первую очередь интересовала связь темпов роста с такими показателями, как уровень грамотности населения, охват средним образованием, среднее число лет обучения. Эти исследования показали, что образование оказывает значимое влияние на темпы экономического роста. Впоследствии вырос интерес к моделям эндогенного роста. В них темпы технологического прогресса, а следовательно, и темпы экономического роста задавались как функция от человеческого капитала и определялись в рамках самой модели. В модели эндогенного роста Удзавы [1] темпы технологического прогресса представляют собой функцию от доли занятых в сфере образования в рабочей силе. В известной модели Ромера [2] темп технологического прогресса зависит от достигнутого уровня технологического прогресса и количества человеческого капитала, задействованного в секторе исследований и разработок. В предлагаемой модели мы допускаем, что уровень образования населения может влиять на устойчивые темпы экономического роста следующим образом (24):

$$\gamma = \gamma_0 + \rho h \quad (24)$$

$\gamma_0$  – константа

$h$  – доля людей с высшим образованием в экономике в стационарном равновесии

$\rho$  – коэффициент, показывающий степень влияния доли людей с высшим образованием в экономике на темпы экономического роста

Такая функциональная форма близка к модели [1].

## 2.4 Государство

Государство устанавливает налоговые ставки (на доход, на потребление, на прибыль), направляет собранные налоги на государственные расходы, трансферты, а также предоставляет индивидам субсидии для компенсации расходов на образование. Эта компенсация может принимать вид субсидирования платы за получение высшего образования или субсидирования процентной ставки в период обучения с другой. Государство может влиять также на нижнюю границу баллов ЕГЭ, начиная с которых предоставляется субсидия: увеличение средств, направляемых на субсидии, позволяет

предоставить субсидию большему числу индивидов. Государство стремится к сбалансированному бюджету (25):

$$T = G + S + TR \quad (25)$$

где

$T$  – объем собранных налогов

$G$  – государственные расходы на конечное потребление

$S$  – объем образовательных субсидий

$TR$  – трансферты

Некоторые результаты расчетов:

Таблица 1. Изменение ключевых макроэкономических показателей при различном размере субсидирования расходов на образование относительно базового сценария

Размер субсидии расходов на образование	Изменение выпуска $\frac{\Delta Y}{Y}$	Изменение потребления $\frac{\Delta C}{C}$	Изменение инвестиций $\frac{\Delta I}{I}$	Изменение равновесной ставки заработной платы $\frac{\Delta w}{w}$	Доля людей с высшим образованием $\Delta h$
$\tau_p = 1$	-	-	-	-	-
$\tau_p = 0.75$	0.72%	1.01%	0.32%	0.02%	1.07 п.п.
$\tau_p = 0.5$	1.02%	1.99%	-0.92%	-0.34%	2.39 п.п.

Таблица 2. Изменение ключевых макроэкономических показателей при различном количестве субсидий на образование, финансируемых за счет паушальных налогов, относительно базового сценария

$u'$	$r$	$h$	$\frac{\Delta Y}{Y}$	$\frac{\Delta C}{C}$	$\frac{\Delta I}{I}$	$\frac{\Delta w}{w}$
221	3.3%	40.1%	-	-	-	-
200	3.2%	47.8%	2.56%	2.65%	2.87%	0.41%
180	3.3%	58.0%	4.26%	4.86%	3.32%	0.03%
160	3.8%	74.4%	4.50%	6.67%	-1.29%	-1.85%
140	4.4%	89.7%	4.22%	7.87%	-6.00%	-3.76%

Примечание:  $u'$  - граница баллов ЕГЭ, начиная с которых предоставляется субсидия

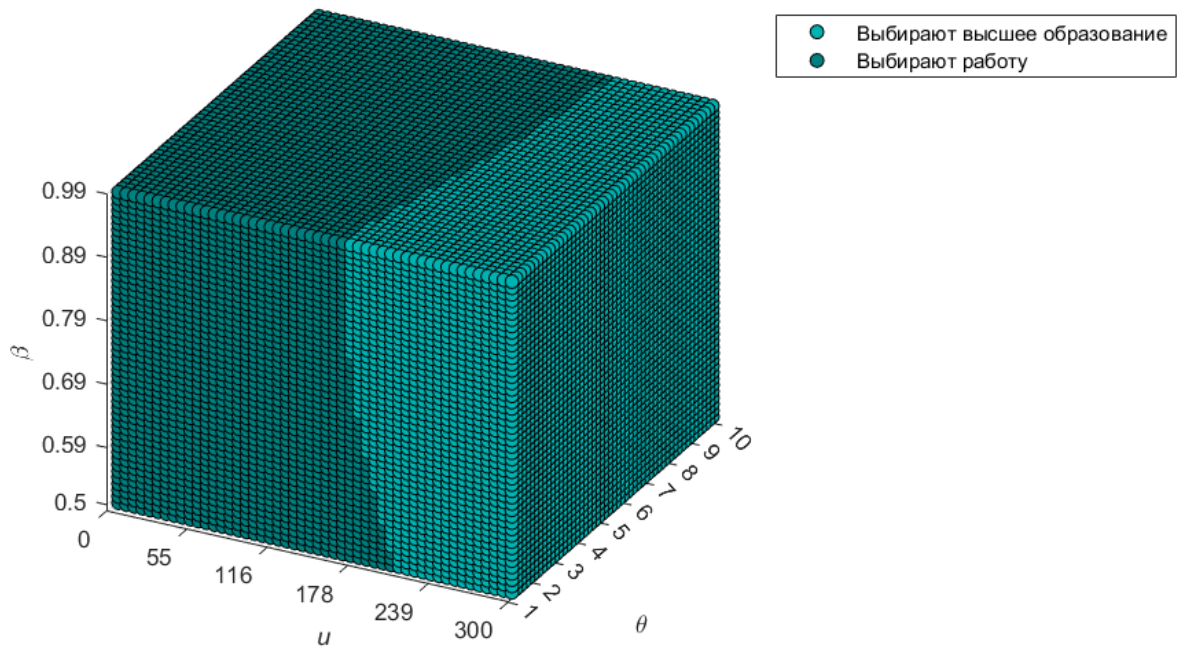


Рисунок 1. Выбор уровня образования индивидами в зависимости от индивидуальных предпочтений и баллов ЕГЭ

Особенностью разработанной модели является гетерогенность индивидов по трем параметрам: баллам ЕГЭ, коэффициенту  $\theta$  и коэффициенту  $\beta$ .

Индивидуальные значения этих параметров влияют на выбор индивидами уровня образования, а через это решение определяют и параметры макроэкономического равновесия: процентную ставку, ставку заработной платы, выпуск, потребление, инвестиции и др