

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ НАУЧНЫХ КАДРОВ¹

Евгений Всеволодович БАЛАЦКИЙ,

доктор экономических наук, профессор,
директор Центра макроэкономических исследований,
Финансовый университет при Правительстве РФ,
главный научный сотрудник,
Центральный экономико-математический институт РАН,
г. Москва, Россия,
e-mail: ebalatsky@inbox.ru;

Максим Андреевич ЮРЕВИЧ,

младший научный сотрудник,
Центр макроэкономических исследований,
Финансовый университет при Правительстве РФ,
г. Москва, Россия,
e-mail: maksjuve@gmail.com

В статье рассматривается проблема возникшего перекоса в возрастной структуре научных кадров России, выразившейся в сильном доминировании группы молодых исследователей. Приведены стилизованные примеры, демонстрирующие влияние регулятора на возникновение подобного дисбаланса. Дан обзор западных работ, в которых делаются попытки эмпирического замера наиболее продуктивного возраста ученого в разных областях знания и построения рациональной модели организации возрастных групп исследователей. Для определения ориентира, к которому следует стремиться России при выправлении указанного кадрового перекоса, предложена модель, являющаяся обобщением модели типа «хищник – жертва». Показано, что роль трех возрастных групп: молодых, зрелых и пожилых исследователей – в разных странах (России, Франции и Великобритании) различна. Для построения модели использовалась гипотеза, согласно которой только две возрастные группы являются активными (структуроформирующими), а третья выполняет роль балансирующего кадрового сегмента. Экспериментальные расчеты подтвердили данную гипотезу. Для идентификации степени напряженности возрастной структуры научных кадров рассмотрены два сценария ее формирования: демографический (естественный приток и отток кадров) и конкурентный (модельное воспроизведение взаимодействия исследователей), которые задают интервал допустимых значений для фактических долевого показателей возрастных групп. Продемонстрировано, что проблема нехватки зрелых исследователей не является типично российской, а в значительной мере характерна и для развитых европейских стран; рассмотрена специфика российской модели воспроизводства научных кадров, в которой все обозначенные проблемы обострены.

¹ Статья подготовлена при поддержке Российского научного фонда, проект № 16-18-10282.

Обсуждаются вопросы выбора адекватной политики для ослабления негативной тенденции в формировании возрастной структуры российских исследователей.

Ключевые слова: научные кадры; молодые исследователи; государственная научно-техническая политика; модель «хищник – жертва»

MODELING OF S&T PERSONNEL AGE STRUCTURE

Evgeniy V. BALATSKIY,

Doct. Sci. (Econ.), Professor,
Head, Macroeconomic Regulation Center,
Financial University under the Government of the Russian Federation,
Principal Research Scientist,
Central Economic Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences,
Moscow, Russia,
e-mail: ebalatsky@inbox.ru;

Maksim A. YUREVICH,

Junior Research Fellow,
Financial University under the Government of the Russian Federation,
Moscow, Russia,
e-mail: maksjuve@gmail.com

The article is focused on the problem of the existing imbalance in the age structure of S&T personnel in Russia, expressed in the strong dominance of the group of young researchers. Highlighting examples demonstrated the influence of the government on the occurrence of such an imbalance. The literature review contains analysis of approaches to measure the most productive scientists' age in different fields of knowledge and to construct research labs' age structure models. The optimal S&T personnel age structure in Russia is estimated using the model «predator–victim». It is shown that the role of three age groups: young, mature and elderly researchers – in different countries (Russia, France and the UK) is different. To build the model, the hypothesis is formulated that only two age groups are active, and the third plays the role of balancing the staffing segment. Experimental calculations have confirmed this hypothesis. Two scenarios of its formation – demographic (natural inflow and outflow of personnel) and competitive (model reproduction of researchers' interaction) are considered to identify the degree of intensity of the S&T personnel age structure, which set the interval of acceptable values for the actual shares of age groups. It is shown that the problem of shortage of mature researchers is not a typical Russian problem, but to a large extent is typical for developed European countries; the specificity of the Russian model of scientific personnel reproduction, in which all the problems are aggravated, is considered. The issues of choosing an adequate policy to reduce the negative trend in the formation of the age structure of Russian researchers are discussed.

Keywords: S&T personnel; young researchers; STI policy; model «predator-victim»

JEL classifications: O32, J11

Введение

За прошедшие два с половиной десятилетия контингент российских научных кадров претерпел кардинальные изменения как в количественном, так и в качественном выражении. Происходящие сдвиги были в основном продуцированы двумя ключевыми обстоятельствами: беспрецедентным снижением зарплаток научных работников и отсутствием масштабного спроса (заказов) на научные исследования; первое обстоятельство можно рассматривать и как результат первого. Такое положение дел, длящееся десятилетиями, привело, прежде всего, к изменению возрастной структуры исследователей в сторону вымывания молодежи и работников в наиболее продуктивном возрасте с одновременным ростом удельного веса возрастной группы лиц пенсионного возраста. В основе произошедших изменений лежала простая логика: низкая зарплата научных сотрудников удовлетворяла только пенсионеров, для которых она служила прибавкой к пенсии и не требовала больших усилий; более молодые группы ученых вынуждены были искать альтернативные источники заработков, которые лежали либо за пределами сферы науки, но в России, либо в рамках науки, но за пределами страны.

Цель данной статьи состоит в определении рациональной возрастной структуры научных кадров России, которая могла бы способствовать нормализации деятельности в исследовательских институтах и вузах страны. Для этого, в свою очередь, необходимо количественно оценить степень имеющегося искажения оптимальной возрастной структуры научных кадров России.

Оптимизация возрастной структуры исследователей: панорама мнений

В научной литературе нет единого подхода к определению оптимальной структуры научных кадров, что вполне очевидно. Однако некоторые конкретные рекомендации формулируются представителями зарубежной и отечественной научной мысли исходя из зависимости между научной продуктивностью и возрастом. Например, есть серьезные основания полагать, что коллективы, занимающиеся фундаментальными исследованиями в области естественных наук, должны по меньшей мере на половину состоять из исследователей моложе 40 лет (Nesvetailov, 1997). Эта позиция базируется на анализе распределения нобелевских лауреатов по возрастным группам – наиболее значимые научные результаты чаще получают исследователи в возрасте 30–40 лет (Stephan & Levin, 1993). Это объясняется тем, что ученые в среднем возрасте обладают, как правило, не только высоким уровнем квалификации и научной активностью, но и достаточным опытом для руководства проектами и подготовки молодых научных кадров. Вместе с тем, согласно другим наукометрическим изысканиям, пики публикационной активности исследователей из академических подразделений естественно-научного профиля приходятся на 45–49 и 55 лет (Andrews, 1979); по другим данным, наибольшей продуктивности авторы достигают в 53 года (González-Bambrila & Veloso, 2007).

Важно отметить, что существует и дисциплинарная специфика вершины научной продуктивности ученых: пик продуктивности физиков 32–33, математиков – 23, астрономов – 40–44 года (Lehman, 1953). Наибольшая вероятность появления действительно значимых научных результатов у относительно молодых ученых в области естественных наук была подтверждена на примере американских математиков (Diamond, 1984), а также израильских, итальянских и китайских исследователей (Weiss & Lillard, 1982; Bonaccorsi & Daraio, 2003; Jin, 2003).

Таким образом, мировая научная мысль представлена крайне противоречивыми концепциями относительно наиболее продуктивного возраста для ученых. Принимая во внимание, что получение прорывных результатов совершенно не тождественно пику публикационной активности, вряд ли можно выстраивать кадровую политику в науке исходя из представленных цифр. Нет сомнения, что идентифицированные пики научной продуктивности в дисциплинарном разрезе вполне могут быть использованы для разработки специализированных инструментов поддержки исследований. Однако для формирования эффективной науки нужно учитывать коллективный характер на-

учной деятельности (Stephan, 1996), который вбирает в себя необходимость организации преимущества научного знания, распределения выполняемых работ по стажу, регалиям и т.д., наконец, поддержку функционирования научных школ.

Напомним, что советская школа науковедения для решения обсуждаемых задач сформулировала принцип «3 к 1» (Лахтин, 1979), согласно которому кадровая политика научного учреждения должна выстраиваться таким образом, чтобы научный сотрудник имел в подчинении трех лаборантов, руководитель научного исследования руководил тремя квалифицированными исследователями и т.д. Очевидно, что этот ориентир имел весьма условный характер и сильно зависел от типа научных изысканий и дисциплинарной специфики.

В рамках более современных зарубежных исследований можно встретить схожие концепции. Например, считается, что наиболее успешные научные лаборатории должны иметь пирамидальную структуру: во главе стоят один или несколько постоянных профессоров, уровнем ниже – около 5 пяти постдоков (молодых докторов) и порядка 10 соискателей ученой степени образуют фундамент (Carayol & Matt, 2004). Опыт научных лабораторий в Китае свидетельствует об эффективности кадровых «пирамид» с широким основанием – два-три постоянных профессора и несколько постдоков руководят работой порядка 30 соискателей научной степени и студентов (Zhang, 2010). Справедливости ради подчеркнем, что статус исследователя далеко не всегда напрямую зависит от его возраста, однако все же на «больших» данных эта зависимость не раз была доказана (например, Simonton, 1988; Varam-Tsabari, 2009). Таким образом, с учетом национальной специфики и факторов, определяющих дисциплинарные особенности научных исследований, приблизительная оптимальная структура научного подразделения вполне может быть конкретизирована. В случае государственной научно-технической политики, приоритетом которой выступает регулирование кадровой сферы на национальном уровне, для установления «идеальной» возрастной структуры научных работников разумным представляется учет как структуры научных лабораторий, доказавших свою эффективность, так и возрастные нормы пиковой научной креативности среди индивидуальных ученых.

Таким образом, проблема оптимизации возрастной структуры научных кадров стоит практически во всех странах, однако можно утверждать, что простых и общепринятых подходов к решению этой задачи нет. Отыскание таковых – предмет эмпирических исследований и исторических экспериментов.

Институциональные изменения по нормализации возрастной структуры научных кадров России

Возникшая в России консервация нерациональной структуры научных кадров сопровождалась неявным, но все-таки ощутимым противостоянием старого и нового поколений, в котором первое уже имело научные степени, звания и высокие должности, тогда как молодежь вынуждена была это все получать в условиях отсутствия разумного денежного вознаграждения. Уже на этом этапе просматривалась своеобразная конкуренция поколений исследователей, в которой начальные условия были на стороне работников старших возрастов. Хотя было бы неверно говорить о сознательной дискриминации молодого и зрелого поколений, в реальности ситуация ее очень напоминала. Статистика показывает, что примерно до 2012 г. представители старшего возраста уверенно «побеждали» молодежь на рынке научных исследований.

Осознание на правительственном уровне бесперспективности сложившейся модели воспроизводства научных кадров привело к ряду федеральных инициатив. Так, задача воспроизводства кадрового потенциала была поставлена в Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г.² В 2012 г. для реше-

² Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (Утв. Распоряжением Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р.) // СПС «КонсультантПлюс».

ния проблемы низкого уровня заработной платы в секторе исследований и разработок вышел Указ Президента РФ от 07.05.2012 № 597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики»³. В нем была обозначена задача повышения к 2018 г. средней заработной платы научных сотрудников до 200% от средней заработной платы в соответствующем регионе. Параллельно началась массированная поддержка молодежи в сфере науки. Например, стартовало выделение грантов ученым в возрасте до 35–45 лет, что обеспечивается выполнением целого ряда нормативных актов, среди которых: Постановление Правительства Российской Федерации от 05.08.2010 № 601 «Об утверждении Положения о премиях Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых»⁴; Указ Президента Российской Федерации от 13.02.2012 № 181 «Об учреждении стипендии Президента РФ для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики»⁵; Постановление Правительства Российской Федерации от 09.04.2010 № 220 «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования»⁶; Постановление Правительства Российской Федерации от 27.04.2005 № 260 «О мерах по государственной поддержке молодых российских ученых – кандидатов наук и их научных руководителей, молодых российских ученых – докторов наук и ведущих научных школ Российской Федерации»⁷ и др. Для ученых среднего возраста в качестве поощрительной меры было введено звание «профессор РАН» Постановлением президиума РАН от 20.09.2015⁸ № 204. В настоящее время обсуждается вопрос о введении грантов Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) для ученых от 37 до 43 лет⁹.

Указанные инициативы привели к радикальному изменению «начальных условий» на рынке научных кадров в пользу молодого поколения. Реализация такого пакета мер государственной поддержки молодежи привела к прямо противоположной ситуации – своеобразной дискриминации ученых старшего возраста. Тем самым второй этап в эволюции рынка научных кадров, начавшийся условно в 2010–2012 гг., ознаменовался улучшением конкурентных позиций молодежи.

Рассмотренная ретроспектива взаимодействия разных поколений исследователей позволяет говорить о трех взаимообусловленных процессах. Первый связан с *возрастной стратификацией* рынка научных кадров, где действуют, по крайней мере, три основные социальные группы: молодые, зрелые и пожилые исследователи. Конкретная возрастная градация указанных групп может быть разной, для России и стран ОЭСР она неодинакова. Второй аспект предполагает *взаимодействие* в широком смысле трех возрастных групп (коллаборация, передача опыта, разделение труда, воспроизводство научных стандартов и т.п.), которое в частном случае может принимать форму *конку-*

³ Указ Президента РФ от 07.05.2012 № 597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» // СПС «КонсультантПлюс».

⁴ Постановление Правительства Российской Федерации от 05.08.2010 № 601 «Об утверждении Положения о премиях Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых» // СПС «КонсультантПлюс».

⁵ Указ Президента Российской Федерации от 13.02.2012 № 181 «Об учреждении стипендии Президента РФ для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики» // СПС «КонсультантПлюс».

⁶ Постановление Правительства Российской Федерации от 09.04.2010 № 220 «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования» // СПС «КонсультантПлюс».

⁷ Постановление Правительства Российской Федерации от 27.04.2005 № 260 «О мерах по государственной поддержке молодых российских ученых – кандидатов наук и их научных руководителей, молодых российских ученых – докторов наук и ведущих научных школ Российской Федерации» // СПС «КонсультантПлюс».

⁸ Постановление президиума РАН от 20.09.2015 № 204 «Об учреждении звания «Профессор РАН» // СПС «КонсультантПлюс».

⁹ Киселева М. Миллиарды, зарплаты и мозги: о чем профессора РАН спорили с чиновниками. Встреча Андрея Фурсенко, Григория Трубникова и Александра Сергеева с профессорами Академии наук // *Индикатор. Интернет-издание*, 30.11.2017 (<https://indicator.ru/article/2017/11/30/sobranie-professoren-ran/>) – Дата обращения: 06.12.2017).

ренции (за финансирование, должности, авторитет и влияние и т.п.). И третий аспект связан с наличием *регулятивного цикла*, в рамках которого государство принимает сторону одной из возрастных групп путем ее целенаправленной поддержки.

В связи с этим целью данной статьи является рассмотрение изменений возрастной структуры научных кадров с позиции конкуренции (взаимодействия) возрастных групп и построение на этой основе модели, позволяющей определить если и не оптимальные, то, по крайней мере, некие желательные пропорции между данными группами, которые можно воспринимать в качестве *квазиоптимальных* и использовать как ориентир при разработке научно-технической политики.

Конкуренция возрастных групп исследователей: стилизованные примеры

Прежде чем перейти к построению модели конкуренции возрастных групп ученых, рассмотрим содержательно вторую стадию воспроизводства российских научных кадров, ознаменовавшуюся всемерной поддержкой молодежи.

1. Организация в вузах работы с государственным заданием. Давление регулятора, заставляющего администрацию вузов привлекать к научной работе молодежь (студентов и аспирантов), приводит к становлению специфических институтов. Типичным примером такового может служить Финансовый университет (ФУ) при Правительстве Российской Федерации, где распространена практика обязательного включения студентов и/или аспирантов (не менее двух человек) в состав исполнителей по всем темам государственного задания (ГЗ), полученного от Правительства РФ. При этом каждому участнику темы ГЗ руководителем предоставляется определенный коэффициент трудового участия (КТУ) (например, 0,1), в соответствии с которым осуществляется вознаграждение участников в зависимости от объема финансирования темы (проекта). При этом сотрудники научных подразделений вуза выполняют темы ГЗ в качестве обязательных, которые служат источником финансирования их зарплаты, тогда как студенты и аспиранты получают соответствующие выплаты в качестве своеобразной премии. Тем самым данная практика означает, что независимо от того, нуждается основной коллектив темы ГЗ в привлечении студентов и аспирантов или нет, он обязан их привлекать и отдавать им часть финансирования. Хотя на практике эта часть может быть минимизирована и сведена к чисто символическим выплатам, сам факт приоритета молодежи в выполнении научных исследований имеет место. Можно говорить, что в данном примере государство в лице администрации вузов искусственно усиливает конкурентные позиции молодежи – даже в ущерб кадровым исследованиям.

2. Денежные надбавки исследователям за молодость. В академических институтах сложилась весьма специфическая система надбавок молодым сотрудникам для стимулирования их притока и удержания. Типичным примером подобной практики может служить Центральный экономико-математический институт (ЦЭМИ) РАН. Так, на фоне чрезвычайно низких должностных окладов там действуют дифференцированные в зависимости от возраста надбавки молодым сотрудникам. Причем действующая шкала является регрессивной, т.е. по мере увеличения возраста молодого исследователя величина его надбавки уменьшается. Подчеркнем, что сама надбавка никак не связана с научной активностью и результативностью молодого ученого; значение имеет только возраст. Как результат действия такой системы – парадоксальная ситуация, когда младший научный сотрудник без ученой степени зарабатывал больше главного научного сотрудника со степенью доктора наук и званием профессора. Тем самым фактор молодости оценивался выше, чем опыт и квалификационные признаки исследователя, что равнозначно становлению системы возрастной дискриминации в академической среде.

3. Грантовая поддержка молодежи. На сегодняшний день в России сложилась система грантов для молодых ученых, аналогов которой не существует для других

возрастных групп. Например, в течение многих лет действует Совет по грантам Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых и по государственной поддержке ведущих научных школ Российской Федерации. В рамках этого конкурса действуют три направления: поддержка молодых кандидатов, докторов наук и ведущих научных школ. При этом число грантов ведущим научным школам примерно в 20 раз меньше, чем молодым кандидатам и докторам наук. Более того, с 2017 г. в качестве руководителей ведущих научных школ стали активно фигурировать молодые ученые, что окончательно вытеснило другие возрастные группы из этого канала грантовой поддержки науки.

Ранее существовали специальные молодежные конкурсы в Российском гуманитарном научном фонде (РГНФ), которые сегодня воспроизведены в расширенном варианте в РФФИ, в котором создан Экспертный совет по молодежным конкурсам по секции «Общественные науки». Причем этот вид конкурса включает множество подвидов.

В Российском научном фонде (РНФ) действует система, жестко лоббирующая интересы молодых исследователей. Так, в соответствии с п. 12 конкурсной документации на проведение открытого публичного конкурса на получение грантов РНФ по приоритетному направлению деятельности «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» число молодых (до 39 лет) участников коллектива, подающего заявку, должно быть не менее 50% от числа всех участников. В этом же пункте определено, что размер ежегодного вознаграждения всех членов научного коллектива в возрасте до 39 лет включительно не может быть меньше 35% от суммы ежегодного вознаграждения всех членов научного коллектива. Тем самым введен дискриминирующий по возрасту принцип. Более того, при оценке заявки проекта имеется специальный пункт 4.4 «Оценка обязательств по привлечению к работе по проекту молодых ученых и специалистов, аспирантов и студентов», который предусматривает три оценки: отлично (обязательства более чем в 1,5 раза превышают установленные в конкурсной документации); хорошо (обязательства соответствуют требованиям конкурсной документации); плохо (обязательства не соответствуют требованиям конкурсной документации). Таким образом, принятая в РНФ система оценки заявок стимулирует присутствие в коллективе зрелых ученых в количестве менее 25%. Такие приоритеты выступают в качестве своеобразных репрессий в отношении возрастных ученых.

4. Стимулирующие студенческие стипендии. В некоторых педагогических вузах страны региональные власти ввели специальные стипендии студентам, обучающимся по естественно-научным специальностям, для того, чтобы впоследствии они не уезжали из региона, а оставались в местных школах для преподавания соответствующих школьных дисциплин. Казус указанной меры состоит в том, что означенная студенческая стипендия оказалась на несколько тысяч рублей больше зарплаты доцента, преподающего данным студентам.

Приведенные примеры показывают, что естественное воспроизводство научных кадров в России искусственно искажено активным вмешательством государства в этот процесс. При этом на сегодняшний день в науке явную фору получает группа молодых исследователей; зрелые и пожилые участники рынка предоставлены сами себе и конкурируют исключительно благодаря собственным позициям и связям. Тем самым в стране создана институциональная среда, которая позволяет рассматривать национальные особенности конкуренции трех возрастных групп исследователей на основе существующих методов моделирования. Для лучшего понимания воспроизводственного режима научных кадров в России его целесообразно сравнить с аналогичными режимами в других странах, что и является задачей следующего раздела.

Нельзя не отметить, что проблема исправления имеющихся структурных искажений и выход на «естественные» пропорции между возрастными группами исследователей гораздо глубже и сложнее: далеко не все зрелые исследователи могут быть в

настоящее время «наставниками» во многих научных областях, особенно в социальных науках. Однако ниже мы фокусируем наше внимание именно на количественной стороне проблемы.

Моделирование конкуренции возрастных групп исследователей: общие принципы

В настоящее время Минобрнауки России ставит задачу определения оптимальной возрастной структуры научных кадров страны для того, чтобы иметь ориентиры для регулирующих воздействий. Однако определение оптимальных пропорций предполагает наличие критерия оптимальности. К сожалению, для отрасли науки такой критерий не просто отсутствует, но его в принципе нельзя сформулировать в количественном выражении, ибо ни число научных публикаций, ни число патентов, ни основные библиометрические показатели, ни величины коммерциализации науки сами по себе не могут выступать в качестве целевых ориентиров. Это, скорее, количественные сурrogаты глобальной цели развития науки. В связи с этим более правомерно говорить не столько об *оптимальной*, сколько о *квазиоптимальной* (т.е. некоем подобии оптимальной) возрастной структуре научных кадров, определяемой косвенным путем.

Для получения оценки квазиоптимальной структуры кадров воспользуемся двумя альтернативными подходами, которые условно назовем демографическим и конкурентным. *Демографический подход* предполагает равномерное воспроизводство научных кадров, когда в науку каждый год поступает некоторое число новых сотрудников, которые, работая в науке, постепенно стареют, выходят на пенсию и через некоторое время увольняются. Если исходить из того, что численность входящего потока кадров существенно не изменяется во времени, то можно говорить, что такой тип воспроизводства ведет к установлению некоего стационарного режима, в котором пропорции каждой возрастной группы определяются ее возрастным диапазоном. Например, в России молодые исследователи – это группа от 24 (выпускники магистратуры) до 39 лет с возрастным диапазоном в $T_Y = 39 - 23 = 16$ лет; зрелые ученые находятся в возрасте от 40 до 59 лет с диапазоном в $T_M = 59 - 39 = 20$ лет; группу пожилых ученых составляют лица в возрасте старше 60 и условно до 70 лет с диапазоном в $T_O = 70 - 59 = 11$ лет. Тогда общая возрастная шкала работников науки составляет $T = T_Y + T_M + T_O$, что для России составляет 47 лет. Тогда стационарная структура научных кадров определяется тремя долевыми коэффициентами: $X^* = T_Y / T$; $Y^* = T_M / T$; $Z^* = T_O / T$, где X , Y и Z – доли молодых, зрелых и пожилых исследователей в их общей численности; звездочка означает оценку долевого коэффициента на базе демографического подхода.

Конкурентный подход предполагает, что между возрастными группами имеется конкуренция (взаимодействие), в результате которой их численность становится взаимозависимой, так как рост одной возрастной группы может идти за счет вытеснения сотрудников из другой и, наоборот, рост одной группы может требовать роста другой. Такой подход в общих чертах напоминает тот, что реализуется в моделях типа «хищник – жертва», хотя в данном случае имеет место более общий случай межгруппового взаимодействия, который может принимать форму как конкуренции, так и сотрудничества. При этом для упрощения анализа воспользуемся предположением, в дальнейшем себя полностью оправдавшим, что взаимодействие осуществляется только между двумя ведущими группами, которые выступают в качестве формирующего кадровый фонд, тогда как третья группа выступает в качестве балансирующего кадрового контингента. В этом случае активные две группы описываются дифференциальными уравнениями $dX / dt = \varphi(X; Y)$ и $dY / dt = \psi(X; Y)$, а третья группа – балансовым: $Z = 100 - X - Y$, где X , Y и Z – фактические доли молодой, зрелой и пожилой групп исследователей в их общей численности (в %). В дальнейшем дифференциальные уравнения определяются эконометрически на основе отчетных данных, после чего находятся стационарные значения долевого переменных из условий: $dX / dt = 0$; $dY / dt = 0$; $Z = 100 - X - Y$.

Полученные таким образом *равновесные* значения возрастной структуры научных кадров X^{**} , Y^{**} и Z^{**} будут выступать в качестве квазиоптимальных (две звездочки означают оценку долевых коэффициентов на базе конкурентного подхода).

Особого комментария требует вопрос об усечении процесса моделирования с трех до двух возрастных групп. На данном этапе этот принцип может рассматриваться в качестве рабочей гипотезы, которая имеет по крайней мере два аргумента в свою пользу. Во-первых, эмпирические данные показывают, что на протяжении длительного периода времени можно наблюдать картину, когда удельный вес одной из трех возрастных групп остается довольно стабильным или меняется очень незначительно. Это позволяет рассматривать данную группу как стационарную или квазистационарную и использовать ее в качестве замыкающей при формировании возрастной структуры. Во-вторых, построение трех дифференциальных уравнений, описывающих динамику научных кадров, создает целый ряд технических проблем. Одна из них связана с трудностями в поиске эконометрических спецификаций искомым уравнений, другая – с поиском стационарных решений, когда надо решать систему из трех уравнений, которые могут быть нелинейными. Хотя указанные проблемы в принципе преодолимы, они все-таки создают большие неудобства при определении стационарной возрастной структуры исследователей с точки зрения выбора одного из нескольких решений и его интерпретации. Забегая вперед, укажем, что сформулированная гипотеза, предполагающая выведение одной возрастной группы из сферы активного моделирования, полностью подтверждается и является плодотворным упрощением. Более того, все попытки включить в процесс моделирования третью группу оказывались тщетными, не позволяя найти статистически значимые зависимости, что лишний раз доказывает продуктивность усечения числа активных возрастных групп для целей моделирования.

Демографический и конкурентный подходы имеют свои плюсы и минусы. Так, демографический метод является простым и универсальным, однако он не учитывает экономического контекста и конкретных условий воспроизводства научных кадров. Равновесный (конкурентный) метод, наоборот, учитывает конкретное соотношение сил на рынке научных кадров и тенденции взаимодействия социальных групп, однако требует периодического обновления моделей и пересчета квазиоптимальной структуры исследователей. В связи с этим далее мы будем использовать оба подхода для обозначения тех границ, в которых желательно находиться фактическим долевым показателям возрастных групп. Это позволит, во-первых, определить, к какому производственному режиму тяготеет текущая система научных кадров – демографическому или конкурентному; а во-вторых, идентифицировать откровенно нерациональные траектории ее развития, когда фактические долевыми показателями выходят за границы, очерченные двумя подходами.

Страновые модели формирования возрастной структуры научных кадров

Для лучшего понимания воспроизводственных режимов научных кадров рассмотрим для сравнения три страны: Россию, Францию (представитель континентальной Европы¹⁰) и Великобританию (представитель англосаксонской традиции).

Наблюдения показывают, что в России реструктуризация возрастной структуры ученых имела свои вехи и специфику¹¹. В табл.1 приведены периоды кардинальной реструктуризации научных кадров страны, откуда видно, что еще в 1994 г. доминирующую группу в науке составляли зрелые исследователи, тогда как в 2011 г. произошла

¹⁰ По многим соображениям было бы интересно сравнить Россию с другой представительницей континентальной Европы – Германией. Однако, забегая вперед, укажем, что все попытки построить для Германии эконометрические зависимости окончились неудачей. По всей видимости, произошедшее объединение двух типов организаций науки – ГДР и ФРГ – создало особый режим функционирования рынка немецких исследователей, который до сих пор до конца не стабилизировался и плохо поддается модельному описанию.

¹¹ Не исключено, что интересные и содержательные выводы могли бы быть получены при рассмотрении кадровых различий по областям науки в России, а не по разным странам. Однако для получения общей картины следует все-таки провести страновой анализ.

рокировка и доминантой стала группа молодых работников; к 2016 г. преимущество молодежи укрепилось, а вместе с этим закрепились и сильно перекошенная возрастная структура научных кадров страны.

Таблица 1

Этапы глобальных сдвигов в возрастной структуре ученых России, %

Возрастные группы	Годы		
	1994	2011	2016
X	33	38	43
Y	58	37	31
Z	9	26	26

Для уяснения специфики взаимодействий между возрастными группами ученых России использовался массив статистических данных с 1998 по 2016 г. с учетом того факта, что с 1998 по 2008 г. отчетные данные фиксировались раз в два года. Таким образом, общее число наблюдений составило 13 точек. Как уже указывалось, для России использовалась следующая возрастная градация: X – ученые в возрасте до 39 лет; Y – ученые в возрасте от 40 до 59 лет; Z – ученые в возрасте 60 лет и старше. Проведенные вычислительные эксперименты показали, что в России активными (конкурирующими) возрастными группами выступали молодые (X) и пожилые (Z) исследователи, а пассивную (замыкающую) группу составили зрелые (Y) ученые. Полученная эконометрическая зависимость для группы X имеет следующий вид:

$$\Delta X = -0,05601 + 0,45327 Z - 0,47545 XZ \quad (1)$$

(0,0150) (0,0978) (0,1175) ' ,

N = 13; R² = 0,68; DW = 2,99; E = 4,0%.

В круглых скобках под коэффициентами регрессии указаны их стандартные ошибки; N – число наблюдений; R² – коэффициент детерминации; DW – коэффициент Дарбина – Уотсона; E – ошибка аппроксимации. Построенная модель проходит основные статистические тесты и обладает удовлетворительной точностью аппроксимации; коэффициент Дарбина – Уотсона свидетельствует о том, что автокорреляция возможна, однако тест Бреуша – Годфри, будучи более надежным, говорит, что автокорреляции, скорее всего, нет. Тем самым модель (1) вполне может использоваться для прикладных расчетов квазиоптимальной возрастной структуры исследователей.

Особо оговорим следующий момент. Хотя нами строится обычная эконометрическая зависимость, наша задача состоит не в прогнозировании процесса, а в его примерном воспроизведении, т.е. конечной целью является удачная аппроксимация зависимости типа (1) – не более. Статистические характеристики в данном случае не являются конечной целью, а главным критерием удачности выбранной спецификации выступает ее незначительная погрешность, выражаемая ошибкой аппроксимации. В этом смысле модель (1) вполне может восприниматься в качестве довольно удачной аппроксимации изучаемого процесса; прохождение статистических тестов служит лишь дополнительным аргументом в ее пользу.

Для возрастной группы Z эконометрическая модель имеет вид:

$$\Delta Z = -0,042356 + 3,11503 X - 3,10370 X^2 - 3,14703 XZ \quad (2)$$

(0,1574) (1,0519) (1,1445) (0,8363) ' ,

N = 13; R² = 0,82; DW = 1,47; E = 3,1%.

Модель (2) если и имеет автокорреляцию, то небольшую, а потому может использоваться в дальнейших расчетах.

Расчеты квазиоптимальной возрастной структуры российских ученых по модели (1)–(2) позволяют сформировать конкурентный сценарий развития с пропорциями X^{**} , Y^{**} и Z^{**} , который сравнивается с оценками, соответствующими демографическому сценарию с пропорциями X^* , Y^* и Z^* , а также с фактическим положением дел в 2016 г. с оценками X , Y и Z (табл. 2).

Таблица 2

Возрастная структура исследователей в России

Сценарий развития	Возрастная группа, %		
	До 39 лет	40–59 лет	Старше 60 лет
Конкурентный сценарий	22	62	16
Демографический сценарий	34	43	23
Фактическое состояние на 2016 г.	43	31	26

Из приведенных цифр видно, что по сравнению с демографическим сценарием, который задает относительно равномерное распределение возрастных групп, конкурентный сценарий дает более выпуклый результат в сторону явного доминирования группы зрелых исследователей. Главным же итогом можно считать то, что фактические структурные параметры X , Y и Z не попадают в соответствующие интервалы $[X^*; X^{**}]$, $[Y^*; Y^{**}]$ и $[Z^*; Z^{**}]$, следовательно, имеет место сильное искажение квазиоптимальной траектории развития. Это означает, что сегодня в российской науке уже скопилось чрезмерно много молодых и пожилых исследователей за счет полутора- или даже двукратного занижения доли зрелых ученых. Можно смело утверждать, что в стране назрела необходимость разворота кадровой политики в научном секторе в сторону стимулирования зрелых исследователей.

Для Франции реструктуризация кадров шла по еще более сложному маршруту. Так, в 1994 г. доминантой была группа зрелых исследователей, место которой уже в следующем году заняли пожилые ученые, вслед за чем зрелые работники были окончательно вытеснены на последнее место молодежью (табл. 3).

Таблица 3

Этапы глобальных сдвигов в возрастной структуре ученых Франции, %

Возрастные группы	Годы			
	1994	1995	2005	2016
X	32	29	31	32
Y	35	34	30	29
Z	33	37	39	39

Для установления характера межгруппового взаимодействия для Франции были выполнены похожие построения с тем лишь различием, что X – ученые в возрасте от 25 до 34 лет, Y – ученые в возрасте от 35 до 44 лет, Z – ученые в возрасте от 45 до 64 лет. Такая возрастная градация, не совпадающая с российской статистической традицией, автоматически сказывается на демографическом сценарии. Для конкурентного сценария вычислительные эксперименты показали, что во Франции, равно как и в России, активными возрастными группами выступают молодые (X) и пожилые (Z) исследователи, а пассивную группу составляют зрелые (Y) ученые. Полученные эконометрические зависимости для активных групп на основе статистических данных за 1994–2016 гг. имеют следующий вид:

$$\Delta X = -0,15174 + 0,76221 Z - 1,22778 XZ \quad (3)$$

$$(0,0692) \quad (0,2207) \quad (0,4547)$$

N = 22; R² = 0,40; DW = 2,02; E = 2,8%.

$$\Delta Z = 0,07374 + 1,32132 X^2 - 1,64323 XZ \quad (4)$$

$$(0,0316) \quad (0,3173) \quad (0,4122)$$

N = 22; R² = 0,50; DW = 1,75; E = 1,9%.

Несложно видеть, что уравнения (1) и (3) полностью идентичны. Что касается уравнений (2) и (4), то они также имеют одну основу, что свидетельствует о похожих механизмах взаимодействия молодых и пожилых ученых в России и Франции. Однако модельные расчеты дают несколько иной результат для возрастной структуры европейской страны (табл. 4). Во-первых, фактическая структура почти совпадает с конкурентной и гораздо дальше отстоит от демографического сценария. Во-вторых, за границы допустимых значений выходит только группа молодых исследователей – на один процентный пункт. Такое отклонение можно считать непринципиальным, находящимся в зоне погрешности.

Таблица 4

Возрастная структура исследователей во Франции

Сценарий развития	Возрастная группа, %		
	от 25 до 34 лет	от 35 до 44 лет	от 45 до 64 лет
Конкурентный сценарий	31	30	39
Демографический сценарий	26	26	48
Фактическое состояние на 2016 г.	32	29	39

Таким образом, по сравнению с Россией во Франции наблюдается гораздо более сбалансированная возрастная структура научных кадров. Можно сказать, что французский рынок труда не сопротивляется сложившемуся раскладу сил между возрастными группами, который, в свою очередь, не слишком сильно противоречит инерционному демографическому сценарию.

В Великобритании реструктуризация кадров была подвержена, пожалуй, самым активным рокировкам. Так, в 1994 г. доминантой была молодежь, в 2002 г. на второе место по значимости выходит группа зрелых исследователей, в 2008 г. доминантой становятся пожилые ученые, а зрелые работники отходят на последнее место, и, наконец, в 2016 г. пожилые работники удерживают первое место, а зрелые отыгрывают второе (табл. 5).

Таблица 5

Этапы глобальных сдвигов в возрастной структуре ученых Великобритании, %

Возрастные группы	Годы			
	1994	2002	2008	2016
X	40	37	33	29
Y	29	32	30	30
Z	31	31	37	41

В статистике Великобритании действует возрастная градация, аналогичная французской. Однако в отличие от моделей взаимодействия возрастных групп, сложившихся во Франции и России, в Великобритании в качестве активных возрастных групп

выступают зрелые (Y) и пожилые (Z) исследователи, а пассивную группу составляют молодые (X) ученые. Полученные эконометрические зависимости для активных групп на основе статистических данных за 1994–2016 гг. имеют следующий вид:

$$\Delta Y = -0,61753 + 4,61366 Z - 4,98987 Z^2 - 3,51207 YZ \quad (5)$$

(0,2410) (1,4157) (1,9367) (0,6061) ' ,

N = 22; R² = 0,67; DW = 2,01; E = 2,8%.

$$\Delta Z = -0,23641 + 0,77918 Y \quad (6)$$

(0,0825) (0,2669) ' ,

N = 22; R² = 0,30; DW = 2,51; E = 1,9%.

Модельные расчеты приведены в табл. 6, откуда видно, что фактический ход событий полностью вписывается в эффективные интервалы и тем самым явное напряжение на рынке научных кадров в Великобритании отсутствует. Причем в отличие от Франции реальная возрастная структура Британии больше тяготеет к демографическому сценарию, нежели к конкурентному.

Таблица 6

Возрастная структура исследователей в Великобритании

Сценарий развития	Возрастная группа, %		
	от 25 до 34 лет	от 35 до 44 лет	от 45 до 64 лет
Конкурентный сценарий	29	41	30
Демографический сценарий	26	26	48
Фактическое состояние на 2016 г.	29	30	41

Таким образом, рассмотренные рафинированные модели рынка научных кадров трех стран позволяют увидеть их различия и невозможность существования унифицированной стратегии по формированию рациональной возрастной структуры исследователей. В каждой стране реализуются свои схемы межгруппового взаимодействия и работают свои дополнительные факторы, которые накладываются на эти взаимодействия. Вместе с тем во всех странах есть и некоторые универсалии, которые лежат в основе национальных моделей рынка труда. В данном разделе мы показали, что между возрастными научными группами действительно существует устойчивое взаимодействие, которое может принимать форму специфической конкуренции. Причем уравнения, описывающие эти взаимодействия, образуют довольно ограниченный класс моделей, в которых просматривается явное сходство. Фактически модели (2) и (5) задают общий вид функционала, который для разных стран и возрастных групп принимает частные случаи с учетом того, что некоторые его составляющие выпадают из рассмотрения.

Сравнительный страновой анализ воспроизводственных режимов; групповая инверсия

Построенные модели (1)–(6) позволяют подвести некоторые итоги в отношении рынков научных кадров трех стран. Рассмотрим их по порядку.

Во-первых, главными движущими силами, имеющими структуроформирующее свойство, в рассмотренных странах выступают разные пары возрастных групп. Так, в России и Франции это молодые и пожилые исследователи, а в Великобритании – зрелые и пожилые. При этом во всех трех странах в паре формирующих групп стабильно фигурирует группа пожилых ученых, что противоречит некоторым простым представлениям. Фактически именно эта группа самых опытных работников является

главным действующим лицом научной сферы. Этот тезис является особенно актуальным для России, где была принята стратегия на вытеснение пожилых исследователей и их замену более молодыми кадрами. Одновременно с этим опыт Великобритании недвусмысленно показывает, что группа молодых ученых не обладает универсальным свойством активности и может выступать в качестве вспомогательной кадровой страты. Это лишний раз говорит в пользу недопустимости поддержки молодежи в ущерб другим возрастным группам.

Во-вторых, в разных странах рынок научных кадров может придерживаться разных моделей функционирования: как *консервативной*, ориентированной на простое замещение поколений с акцентом на сохранение демографического баланса, так и *либеральной*, предполагающей сложную смесь конкуренции и сотрудничества разных социальных групп. Так, в Великобритании фактические отношения между возрастными группами ученых тяготеют к демографическому сценарию и не следуют напрямую за конкурентным принципом. Во Франции, наоборот, силы межгрупповой конкуренции являются определяющим фактором кадрового состава сферы науки и в значительной мере игнорируют демографические пропорции. В России также демографические факторы оказываются заметно сильнее конкурентных.

В-третьих, устойчивость национального рынка научных кадров может быть сколь угодно различной. Например, в Великобритании фактическая возрастная структура исследователей лежит строго в зоне квазиоптимальных значений, очерчиваемой демографическим и конкурентным сценариями. Во Франции наблюдается сдвиг фактической структуры к демографической границе с локальным выходом за ее пределы. В России все три точки фактической возрастной структуры выходят довольно далеко за пределы зоны квазиоптимальных значений. Это означает, что некоторые национальные рынки могут находиться в нестационарном состоянии, что отрицает рациональные стратегии развития – по крайней мере, в течение некоторого времени.

В-четвертых, в разных странах доминантами научного развития выступают разные возрастные группы. Например, во Франции самой массивной, а потому и доминирующей группой является когорта пожилых исследователей, причем согласно демографическому и конкурентному сценариям. В России также в соответствии с обоими сценариями доминантой выступает группа зрелых ученых, тогда как в Великобритании ситуация не так явно определена: по демографическому критерию главными являются пожилые ученые, а по конкурентному – зрелые работники. Таким образом, внутренние особенности национальных рынков труда задают свои кадровые приоритеты, в том числе и в отношении разных возрастных групп. Однако различие между странами не ограничивается разными групповыми приоритетами, а проявляется в следовании им или, наоборот, в их отрицании. Так, во Франции рынок труда строго следует своей доминанте, и фактическая доля пожилых ученых в возрастной структуре ее науки является максимальной. В Британии также группа пожилых исследователей удерживает первенство по численности. В России в последние годы рыночный приоритет в лице зрелых работников был отвергнут и перенесен на группу молодых исследователей. Тем самым в России имела место своеобразная групповая инверсия, когда рыночный приоритет сместился с одной группы на другую. По всей видимости, такой эффект должен восприниматься в качестве явной рыночной аномалии, однако в данном случае важна сама возможность ее появления и укоренения на долгие годы.

В-пятых, групповая дифференциация во всех странах также сильно различается, формируя тем самым совершенно разный функционал научного сектора. Для понимания указанных страновых различий достаточно оценить коэффициент поляризации P , под которым понимается разница между самой крупной и самой мелкой возрастными группами в рамках рассматриваемого сценария:

$$P = \max \{X, Y, Z\} - \min \{X, Y, Z\}, \quad (7)$$

Из табл. 7 видно, что по признаку (7) Россия является бесспорным рекордсменом. Речь идет о том, что во Франции и Великобритании размер трех возрастных групп более или менее сопоставим, тогда как в России наблюдаются сильные групповые перекосы. Уже сейчас когорта молодежи в российской науке слишком велика на фоне потребности в очень сильном увеличении группы зрелых ученых.

Таблица 7

Коэффициент поляризации сценарных возрастных структур исследователей (P), п.п.

Сценарий развития	Страна		
	Франция	Великобритания	Россия
Конкурентный сценарий	9	12	46
Демографический сценарий	22	22	20
Фактическое состояние на 2016 г.	10	12	17

Все сказанное выше недвусмысленно подводит к пониманию того факта, что возрастная структура научных кадров в России находится в состоянии турбулентности. Это означает, что научный сектор страны нуждается в серьезной нормализации, в том числе за счет целенаправленного вмешательства регулятора.

Выводы для экономической политики

Предпринимаемые российскими властями меры по активизации молодежи в науке следует признать неправомерными с двух позиций. Во-первых, это ведет к дальнейшему переполнению рынка научных кадров молодежью и искажению рациональной возрастной структуры контингента ученых, во-вторых, с правовой точки зрения поддержка молодых исследователей представляет собой форму *дискриминации* других возрастных групп, что совершенно недопустимо. Сегодня необходимо осуществлять постепенный разворот политики в сторону формирования более сбалансированной структуры научных кадров России.

Проведенный анализ показывает, что прямое копирование Россией возрастной структуры даже самых успешных в научном плане стран бесперспективно. Нельзя стране ориентироваться и на модельные параметры, которые для нее просто невыполнимы. Так, квазиоптимальные индикаторы конкурентного сценария требуют, в частности, двукратного увеличения численности группы зрелых исследователей, что находится за рамками возможностей отечественного рынка труда. В связи с этим было бы более рационально взять в качестве оперативного ориентира демографический сценарий и адаптировать к нему существующую структуру кадров научного сектора. После выхода на соответствующие контрольные цифры можно взять за ориентир конкурентный сценарий.

Однако в любом случае главной проблемой нормализации возрастной структуры научных кадров страны является проблема рассасывания избыточной массы молодых исследователей и укрупнение группы зрелых научных работников. Если в отношении молодежи достаточно перейти к более умеренной политике ее приема на работу в научные организации, то в отношении зрелых кадров ситуация гораздо сложнее. По всей видимости, здесь необходимо разворачивать широкомасштабную политику специальных мер по ее поддержке, а также заимствования кадров из-за рубежа. Причем это могут быть не самого высокого класса иностранные ученые из русскоязычного пространства (Белоруссия, Казахстан, отчасти Узбекистан, Украина и пр.). Наряду с ними могут приглашаться иностранцы из дальнего зарубежья; необходима активизация научной реэмиграции соотечественников, которым должны создаваться комфорт-

ные условия для совмещения работы в России и за ее пределами. В противном случае идентифицированный разрыв поколений, когда группа зрелых ученых за последнее десятилетие испытала на себе жестокий кадровый провал, компенсировать будет невозможно.

По нашему мнению, эффективное *прямое регулирование* возрастной структуры научных кадров вообще невозможно и нецелесообразно, ибо всегда ведет к дискриминации какой-либо возрастной группы. Более продуктивной является стратегия *косвенного управления* возрастным составом ученых – через запуск различных исследовательских проектов, имеющих конкретного адресата. В этом случае состав участников перспективных проектов может изначально укомплектовываться с учетом возрастного фактора, но с доминированием изначальных целей и задач. В противном случае поддержка возрастных групп принимает формальный характер и вырождается в пустые гранты, выступающие в форме подачи малооплачиваемым исследователям.

Было бы неверно думать, что Россия уникальна в проблеме необходимости преодоления разрыва поколений в науке. Из табл. 3 видно, что и в Великобритании рыночные факторы требуют увеличения группы зрелых ученых на 1/3. Таким образом, провал в самой продуктивной группе исследователей, по всей видимости, является довольно распространенной болезнью XXI в. В данном случае важно не упустить ситуацию, когда она станет необратимой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Лахтин, Г. А. (1979). Экономика научного учреждения. М.: Экономика.
- Andrews, F. (1979). *Scientific Productivity. The effectiveness of research groups in six countries*. Paris: Cambridge University Press. UNESCO.
- Baram-Tsabari, A. et al. (2009). Asking scientists: A decade of questions analyzed by age, gender, and country // *Science Education*, 93(1), 131–160.
- Bonaccorsi, A. and Daraio, C. (2003). Age effects in scientific productivity // *Scientometrics*, 58(1), 49–90.
- Carayol, N. and Matt, M. (2004). Does research organization influence academic production?: Laboratory level evidence from a large European university // *Research Policy*, 33(8), 1081–1102.
- Diamond, A. M. (1984). An Economic Model of the Life-Cycle Research Productivity of Scientists // *Scientometrics*, 6, 189–196.
- González-Bambrila, C. and Veloso, F. M. (2007). The determinants of research output and impact: a study of mexican researchers // *Research Policy*, 36, 1035–1051.
- Jin, B. et al. (2003). Production and productivity of Chinese scientists as a function of their age: the period 1995–1999 // *Proceedings of the 9th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*, 112–128.
- Lehman, N. C. (1953). *Age and achievement*. Princeton: New Jersey.
- Nesvetailov, G. A. (1997). The aging of research personnel // *Knowledge, Technology & Policy*, 9(4), 86–102.
- Simonton, D. K. (1988). Age and outstanding achievement: What do we know after a century of research? // *Psychological bulletin*, 104(2), 251–259.
- Stephan, P. E. (1996). The economics of science // *Journal of Economic Literature*, 34, 1199–1235.
- Stephan, P. and Levin, Sh. (1993). Age and the Nobel Prize revisited // *Scientometrics*, 28(3), 387–399.
- Weiss, Y., and Lillard, L. (1982). Output Variability, Academic Labor Contracts, and Waiting Times for Promotion // *Research in Labor Economics*, 5, 157–188.
- Zhang, J. Y. (2010). The organization of scientists and its relation to scientific productivity: Perceptions of Chinese stem cell researchers // *Biosocieties*, 5(2), 219–235.

REFERENCES

- Andrews, F. (1979). *Scientific Productivity. The effectiveness of research groups in six countries*. Paris: Cambridge University Press. UNESCO.
- Baram-Tsabari, A. et al. (2009). Asking scientists: A decade of questions analyzed by age, gender, and country. *Science Education*, 93(1), 131–160.
- Bonaccorsi, A. and Daraio, C. (2003). Age effects in scientific productivity. *Scientometrics*, 58(1), 49–90.
- Carayol, N. and Matt, M. (2004). Does research organization influence academic production?: Laboratory level evidence from a large European university. *Research Policy*, 33(8), 1081–1102.
- Diamond, A. M. (1984). An Economic Model of the Life-Cycle Research Productivity of Scientists. *Scientometrics*, 6, 189–196.
- González-Bambrila, C. and Veloso, F. M. (2007). The determinants of research output and impact: a study of Mexican researchers. *Research Policy*, 36, 1035–1051.
- Jin, B. et al. (2003). Production and productivity of Chinese scientists as a function of their age: the period 1995–1999 // Proceedings of the 9th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics, 112–128.
- Lakhtin, G. A. (1979). *Economy of scientific organization*. Moscow: Ekonomika, 207 p. (In Russian.)
- Lehman, N. C. (1953). *Age and achievement*. Princeton: New Jersey.
- Nesvetailov, G. A. (1997). The aging of research personnel. *Knowledge, Technology & Policy*, 9(4), 86–102.
- Simonton, D. K. (1988). Age and outstanding achievement: What do we know after a century of research? *Psychological bulletin*, 104(2), 251–259.
- Stephan, P. E. (1996). The economics of science. *Journal of Economic Literature*, 34, 1199–1235.
- Stephan, P. and Levin, Sh. (1993). Age and the Nobel Prize revisited. *Scientometrics*, 28(3), 387–399.
- Weiss, Y. and Lillard, L. (1982). Output Variability, Academic Labor Contracts, and Waiting Times for Promotion. *Research in Labor Economics*, 5, 157–188.
- Zhang, J. Y. (2010). The organization of scientists and its relation to scientific productivity: Perceptions of Chinese stem cell researchers. *Biosocieties*, 5(2), 219–235.