



Александр Попович  
Елена Костица

# ЭВОЛЮЦИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА НАУКИ: прогноз и регулирование

 **LAMBERT**  
Academic Publishing

Детально описан предложенный авторами метод эндогенного прогнозирования эволюции возрастной структуры и общей численности научных кадров в масштабах страны (или достаточно крупной и самодостаточной академии наук), который позволяет определить показатели, которые могут служить ориентирами при формировании политики, направленной на создание или возрождение научного потенциала государства. На его основе прослеживаются основные тенденции в динамике исследовательского корпуса Украины, России и Беларуси, оцениваются реальные перспективы его наращивания и выведения в течение ближайших десятилетий на уровень научного обеспечения инновационного развития экономики, характерный для стран Европы, а также возможности оптимизации возрастной структуры научных работников.

Попович Александр Сергеевич, д.э.н., заслуженный деятель науки и техники Украины, г.н.с. ГУ "ИИНТПИН им.Г.М.Доброва НАН Украины". Опубликовал около 250 научных работ. Кострица Елена Петровна, м.н.с. ГУ "ИИНТПИН им.Г.М.Доброва НАН Украины", имеет более 20 работ в области науковедения и наукометрии. Готовится к защите диссертации.Ph.D



978-613-9-86124-8

**Александр Попович  
Елена Кострица**

**ЭВОЛЮЦИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА НАУКИ: прогноз и  
регулирование**



**Александр Попович  
Елена Кострица**

**ЭВОЛЮЦИЯ КАДРОВОГО  
ПОТЕНЦИАЛА НАУКИ: прогноз и  
регулирование**

**LAP LAMBERT Academic Publishing RU**

## **Imprint**

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: Provided by the author

Publisher:

LAP LAMBERT Academic Publishing

is a trademark of

International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page

**ISBN: 978-613-9-86124-8**

Copyright © Александр Попович, Елена Кострица

Copyright © 2018 International Book Market Service Ltd., member of  
OmniScriptum Publishing Group

All rights reserved. Beau Bassin 2018

**Попович А.С., Кострица Е.П.**

**ЭВОЛЮЦИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА НАУКИ:  
прогноз и регулирование**

## **Попович А.С., Кострица Е.П. Эволюция кадрового потенциала науки: прогноз и регулирование**

Детально описан предложенный авторами метод эндогенного прогнозирования эволюции возрастной структуры и общей численности научных кадров в масштабах страны (или достаточно крупной и самодостаточной академии наук), который позволяет определить показатели, могущие служить ориентирами при формировании политики, направленной на создание или возрождение научного потенциала государства. На его основе прослеживаются основные тенденции в динамике исследовательского корпуса Украины, России и Беларуси, оцениваются реальные перспективы его наращивания и выведения в течение ближайших десятилетий на уровень научного обеспечения инновационного развития экономики, характерный для стран Европы, а также возможности оптимизации возрастной структуры научных работников.

Содержание	
Введение	4
Раздел 1. Прогнозирование динамики кадрового потенциала науки на примере Украины	7
<i>Сущность метода</i>	7
<i>Расчет «стихийного варианта» эволюции кадрового потенциала науки Украины</i>	10
<i>Вариант стабилизации молодежного пополнения</i>	13
<i>Оценка влияния возможных параметров притока молодежи в науку</i>	16
<i>Оценка перспектив восстановления и развития кадрового потенциала НАН Украины</i>	21
Раздел 2. Отличия эволюции возрастной структуры исследователей и перспектив восстановления научного потенциала России и Беларуси от Украины	31
<i>Предыстория: основные тенденции динамики кадрового потенциала Украины и ее ближайших соседей во второй половине XX века</i>	31
<i>Сравнение динамики возрастной структуры научных кадров Украины, России и Беларуси в начале XXI века</i>	36
Раздел 3. Прогнозирование эволюции кадрового потенциала науки и оценка перспектив его наращивания в России и Беларуси	44
<i>Беларусь</i>	45
<i>Россия</i>	49
Раздел 4. Сравнение показателей уровня научного обеспечения инновационного развития	53
<i>Поиск «эталона»</i>	61
<i>Возможные пути регулирования возрастного профиля</i>	63
Заключение	75
Литература	80

## Введение

Сегодня уже почти ни у кого не возникает сомнения, что темпы инновационного развития любой достаточно крупной страны определяющим образом зависят от масштабов имеющегося у неё научного потенциала, ключевым элементом которого являются кадры исследователей.

Обычно, сравнивая возможности различных государств реализовать инновационное развитие экономики, прежде всего анализируют уровень научного обеспечения такого типа развития, количественной мерой которого считается численность исследователей, приходящаяся на один миллион населения. Для облегчения такого сравнения этот показатель по многим странам регулярно приводится в докладах ЮНЕСКО (см., например, [1]). В частности, приведенные в цитированном издании данные свидетельствуют, что в среднем по странам ЕС в 2013 году имелось 3388,3 исследователя на миллион населения, в Германии – 4355,4, в США – 3984,4. Заметим, что руководство ЕС считает такое количество исследователей недостаточным для обеспечения надлежащих темпов инновационного развития и поэтому ставит задачу привлечь в науку Европы еще несколько миллионов человек дополнительно.

Подчеркнем, что дело не только в проблемах развития самой науки как таковой – речь идет об осознании лидерами передовых стран непосредственной зависимости инновационного процесса от науки – не только как источника новых идей и технологий, но и как обязательного элемента инновационной культуры общества, определяющим образом влияющей на восприятие им инноваций.

Мировой опыт подтверждает, что государствам, не имеющим собственной науки, очень сложно добиться освоения даже готовых, созданных за рубежом технологий. Но не все это понимают. Некоторые, даже очень влиятельные, политики рассматривают наличие в стране науки как своего рода роскошь, на которой в трудные времена можно и сэкономить. Порой при формировании государственного бюджета ассигнования на научные исследования и разработки даже относят к затратам на социальные нужды – дескать это некое «вспомоществование» для ученых, которое мы выделяем «по доброте своей».

Такие взгляды стали одной из причин того, что в девяностые годы XX века события, связанные с распадом СССР, обусловили значительное уменьшение кадрового потенциала науки практически всех постсоветских стран. Особенно крутое падение наблюдалось в 1990 – 1993 годах. Например, к 1997 – 1998 годам в Беларуси, России и Украине была утрачена более чем половина научных кадров. Продолжился этот процесс и в начале XXI века, хотя и с меньшей интенсивностью, и с большей разницей в разных странах. В результате к 2016 году в Украине осталось в 2,8 раза меньше исследователей на миллион населения чем в среднем по странам ЕС и в 3,7 раза меньше, чем в ФРГ. В этом отношении Украина «обогнала» даже ближайших соседей –

показатель численности исследователей, приходящихся на 1 млн. населения скатился у неё до уровня в 2,6 раза более низкого, чем в России и в полтора раза – чем в Беларуси.

Несомненно, что это стало одним из факторов торможения инновационного развития экономики, и, если на политическом уровне принимается решение взять курс на такое развитие, необходимо этот потенциал восстанавливать: довести численность исследователей, которая приходится на миллион населения хотя бы до среднеевропейских норм.<sup>1</sup>

При оценке инновационного потенциала страны чаще всего говорят о материально-технической базе промышленности, технологическом уровне средств производства, качестве подготовки инженерных кадров и квалификации рабочей силы. Отнюдь не отрицая, что все это чрезвычайно важно, мы хотим подчеркнуть, что для инновационного развития ключевое значение все же имеет наличие его научного обеспечения.

И одним из основных ресурсов развития научной сферы является именно кадровый потенциал науки, а его сохранение и воспроизводство является актуальнейшей проблемой государственной политики в сфере науки и технологий. Важным индикатором состояния и развития его является возрастная структура исследователей. В связи с этим оптимизация возрастной структуры научных кадров входит в число приоритетных задач государственного уровня. Внимание к данному вопросу не случайно: статистические данные свидетельствуют о нарастающей тенденции увеличения в научной сфере большинства постсоветских стран ученых пенсионного возраста [6, 7, 9, 10, 11]. Этот факт нашел отражение в средствах массовой информации, где периодически появляются статьи о тотальном и необратимом постарении нашей науки и катастрофическом для науки разрыве поколений исследователей

Но политики далеко не всегда сознают, что создать научный потенциал на голом месте принципиально невозможно, а также, что процесс его наращивания длительный и требующий значительных затрат. Некоторые из них рассуждают примерно так: сегодня, в условиях экономического кризиса, на науку можно и сэкономить, а в будущем, когда у нас будут деньги, мы быстро наростим нашу науку, как захотим.

Это глубокое заблуждение, обусловленное незнанием специфических особенностей научного потенциала, игнорированием органически присущей ему инерционности. Необходимо учитывать также, что, именно кадровая составляющая научного потенциала обладает наибольшей инерционностью. Ведь наука представляет собой относительно замкнутую систему, в которой состав исследователей пополняется извне в основном только за счет младших возрастных групп (до 30 – 35 лет), а численность остальных определяется

---

<sup>1</sup> О безальтернативности для Украины именно инновационного пути развития говорилось и писалось немало и специалистами, и украинскими политиками, но реально государство много лет подряд снижает уровень поддержки науки и инновационной деятельности, что делает перевод экономики на такой путь развития все более проблематичным.

переходом в них с годами представителей младших в результате их постарения, а также переходом ученых из науки в иные сферы деятельности или отъездом их за рубеж<sup>2</sup>. В этом одно из принципиальных отличий науки – в сравнительно короткие сроки можно построить новый завод, набрать или даже подготовить для него специалистов, но для того, чтобы сформировать полноценную научную школу, создать эффективно работающий исследовательский коллектив нужно не одно десятилетие.

Оценить, общие черты государственной политики, которая необходима для восстановления и наращивания кадрового потенциала науки, определить возможные и реально осуществимые стратегические ориентиры для её формирования и реализации, а также вероятные сроки, которые для этого потребуются при разных вариантах такой политики, – цель данной работы. Для ее достижения авторами был предложен оригинальный метод прогнозирования эволюции возрастной структуры и численности кадрового потенциала науки, который может быть применен для соответствующих прогнозно-аналитических исследований как в масштабах страны, так и для достаточно крупных самодостаточных и относительно замкнутых научных организаций [2].

---

<sup>2</sup>Теоретически есть еще, конечно, и другая возможность – привлекать в страну сложившихся исследователей из других стран, в частности – тех, кто прежде эмигрировал, но этот путь является очень дорогостоящим и далеко не все страны могут его себе позволить.

## Раздел 1. Прогнозирование динамики кадрового потенциала науки на примере Украины

### Сущность метода

Предложенный нами метод – мы называем его *методом эндогенного прогнозирования эволюции кадрового потенциала науки* – базируется на учете глубокой взаимосвязи и взаимообусловленности состава соседних возрастных групп научных работников. Мы применили в названии метода термин «эндогенный», чтобы подчеркнуть, что в его основе учет внутренних процессов, происходящих в научной системе, которые играют ключевую роль в реакции этой системы на внешние воздействия (этим мы отнюдь не отрицаем влияния внешних факторов, воздействующих на научную систему, но подчеркиваем, что именно внутреннее ее состояние определяющим образом влияет на конечный результат этого воздействия). Метод делает возможной оценку изменений как самой возрастной структуры, так и изменений суммарных показателей кадрового потенциала – и в случае, когда на него организуются активные воздействия со стороны государственной власти и внешней среды, и при отсутствии такого воздействия.

Расчет численности каждой возрастной группы, например, от 35 до 39 лет<sup>3</sup>, сводится к тому, что от численности более молодой группы («30–34» для этого примера), отнимаем количество исследователей, которые за эти годы могут уйти из науки в иные сферы деятельности или умереть в соответствии со средней смертностью населения данной возрастной группы. К примеру, вычисление состава  $n$ -й возрастной группы в 2020 году можно представить следующей формулой:

$$D_{(n)20} = D_{(n-1)15} - P_{(n-1)15} - N_{(n-1)15}, \quad (1)$$

где:

$D_{(n)20}$  – численность исследователей возрастной группы с номером  $n$  в 2020 году<sup>4</sup>;

$D_{(n-1)15}$  – численность исследователей возрастной группы с номером  $(n-1)$  в 2015 году;

$P_{(n-1)15}$  – та часть исследователей из возрастной группы с номером  $(n-1)$  в 2015 году, которая покинула науку и перешла в другие сферы деятельности или оставили науку после выхода на пенсию;

$N_{(n-1)15}$  – та часть исследователей из возрастной группы с номером  $(n-1)$  в 2015 году, которая будет потеряна за 5 лет в результате естественной смертности.

Номер возрастной группы  $n$  определяется из таблицы 1.

<sup>3</sup> В последние годы Государственная служба статистики Украины перешла на представление распределения исследователей по возрасту по пятилетним группам, что позволяет получить более точные результаты прогнозирования по сравнению с расчетами по десятилетним группам.

<sup>4</sup> 2020 и 2015 гг. выбраны из соображений удобства – т.к. в нашем распоряжении была соответствующая статистика, в принципе, это могло бы быть любое другое пятилетие, для которого имеются доступные исходные данные.

Таблица 1.

## Нумерация возрастных групп

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Возрастн. группы (годы)	≤ 24	25–29	30–34	35–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–69	≥ 70

Суммарная же численность исследователей в 2020 году будет равна сумме численности всех возрастных групп:

$$D = \sum_{n=1}^{11} D_{(n)20}$$

Аналогичным образом рассчитывается изменение возрастного профиля и численность исследователей в течение следующего пятилетия – как трансформация того, что было за 5 лет до него.

Необходимое для расчета значение  $N_{(n)15}$  – потери соответствующей возрастной группы в результате естественной смертности исследователей – рассчитываются на основании статистических данных о зависимости коэффициента смертности населения от возраста. Естественно, что при этом мы берем данные, соответствующие последнему году предыдущего пятилетия, и вынуждены считать, что этот коэффициент останется неизменным в ближайшем будущем.

Что касается величины  $P_{(n)15}$ , то способ ее расчета определяется целями, которых мы стремимся достигнуть. Если, к примеру, мы ставим задачу определить, что произойдет в случае отсутствия изменений в политике государства и общества по отношению к науке, то принимаем, что процент научных работников, которые уходят за пятилетие из науки в поисках более благоприятных условий труда и социальных условий, останется для каждой из возрастных групп тем же, что был и в предыдущем пятилетии. Если же целью является поиск наиболее приемлемых вариантов политики, направленной на восстановление и наращивания потенциала, то для этого выбираются различные параметры изменения притока молодежи и ухода из науки, т.е. различные возможные сценарии наращивания, как это будет продемонстрировано в следующих разделах.

Метод позволяет также восполнить некоторые недостатки нашей статистики – получить данные относительно прошедшего времени, которые в статистических сборниках отсутствуют. Продемонстрируем это на конкретном примере.

В таблице 2. приведены возрастные профили исследователей Украины для 2010 и 2015 гг., соответствующие данным статистики (см. соответствующие строки таблицы). Следующая строка («2015 расч.») – результат расчета численности возрастных групп исследователей старше 30 лет по формуле (1) для случая, когда полностью исключен уход ученых в другие сферы деятельности (т.е. учитывается только вероятные потери в

результате естественной смертности). Нетрудно убедиться, что расчетные данные для всех возрастных групп заметно превышают те значения, которые имелись в действительности и фиксировались статистикой.

Разница этих значений и соответствует числу ушедших в другие сферы деятельности или уехавших за рубеж (строка «потери»), что позволяет вычислить процент таких потерь в течение пятилетия для каждой из возрастных групп (строка «% потерь»).

Таблица 2.

**Вычисление реальных потерь возрастных групп за пятилетие (Украина)**

возрастные группы	≤ 24	25 - 29	30-34	35- 39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	≥ 70
<i>n</i>	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
<b>2010</b>	3630	8308	7602	5789	5088	6641	8495	9306	8360	4243	5951
<b>2015</b>	1605	5972	6430	5766	4598	4093	5310	5847	5293	4547	4374
<b>2015 расчетн.</b>	1605	5972	8239	7494	5677	4961	6416	8092	8662	7519	7291
<b>потери</b>			1809	1728	1079	868	1106	2245	3369	2972	2917
<b>% потерь</b>			30	23	19	17,5	17,24	27,7	40	39,5	40

Нетрудно видеть, что процент этот не одинаков для разных возрастов: он довольно велик (30%) для группы «30-34» (см. рис. 1.) падает до примерно 17% для группы «50-54» и далее нарастает по мере приближения к пенсионному возрасту. Для лиц, достигнувших 60 и более лет процент уходящих на пенсию исследователей на удивление стабилен ~ 40%.



**Рис. 1.** Потери в период 2010 – 2015 гг. каждой из вековых групп исследователей Украины, обусловленные уходом из науки в другие сферы деятельности или на пенсию

Динамика численности исследователей, покидающих науку, представляет для нас интерес не только как процесс, требующий внимания и реагирования сам по себе, но и как важный элемент в нашем методе прогнозирования эволюции кадрового потенциала науки. Для расчета

«стихийного сценария» - т.е. варианта прогноза для случая, если ничего в отношении государства к науке в ближайшие десятилетия не изменится, мы принимаем, что в этом случае приведенные выше показатели процента потерь для каждой возрастной группы останутся неизменными на протяжении всего периода прогнозирования. Для такой гипотезы есть все основания – ведь причины ухода из науки ученых не могут исчезнуть сами по себе, для их ликвидации необходимы серьезные и целеустремленные усилия.

### **Расчет «стихийного варианта» эволюции кадрового потенциала науки Украины**

Для того, чтобы увидеть серьезность нынешней ситуации и потребность в мерах, направленных на ее изменение, чрезвычайно важно оценить, что же произойдет, если таковых мер не будет. Логично предположить при этом, что в этом случае сохранятся основные тенденции, наблюдавшиеся в последние годы. Базовым годом для прогнозирования был выбран 2015 год<sup>5</sup>. Исходя из того, что возрастные группы сгруппированы по 5-летним периодам, мы базировались на показателях динамики предыдущего пятилетия. Конкретно для наших расчетов принимается, что в последующие 5 лет сохранится тот же, который был с 2010 по 2015 год, темп уменьшения прихода молодежи (в 2,26 раза – для группы с  $n = 1$  и в 1.39 раза для группы с  $n = 2$ ) и тот же процент исследователей будет оставлять науку (см. таблицу 2).

В таблице 3. приведены результаты расчетов по формуле (2) с учетом коэффициентов смертности для соответствующих возрастных групп [4].

Таблица 3

#### **Прогнозирование параметров исследовательского корпуса Украины**

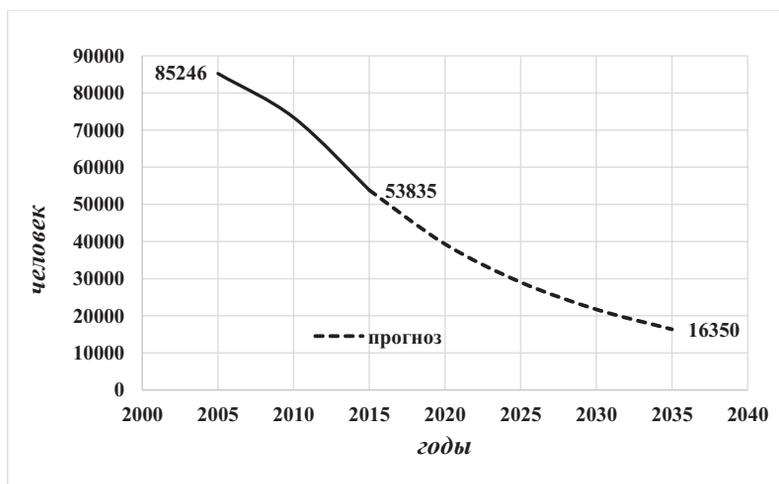
возрастн группы	≤ 24	25-29	30-34	35- 39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	≥ 70	Σ
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10	11.	
<b>2015</b>	1605	5972	6430	5766	4598	4093	5310	5847	5293	4547	4374	53835
<b>2020</b>	710	4296	4145	4881	4580	3698	3272	3657	3266	2857	3952	39314
<b>2025</b>	314	3091	2982	3146	3877	3684	2957	2254	2042	1762	2926	29035
<b>2030</b>	139	2224	2146	2264	2499	3118	2945	2037	1259	1102	1984	21717
<b>2035</b>	62	1600	1543	1629	1798	2010	2493	2100	1138	679	1298	16350

Если расчет численности каждой  $n$ -й возрастной группы производился по формуле (1), исходя из численности  $(n - 1)$  -й в предыдущем пятилетии, то для группы с  $n = 11$  («≥70»), которая не имеет верхней границы необходимо учесть, что формируется она из двух источников. Во-первых, в нее подобно всем остальным группам переходят через 5 лет те, кто принадлежал к группе

<sup>5</sup> В значительной степени это связано с тем, что Госстат Украины, начиная с 2016 года, изменил методику расчета численности возрастных групп исследователей, что, к сожалению, сделало представляемые в [3] данные несопоставимыми с предшествующим их рядом.

с  $n = 10$ , а кроме того в ней частично остаются и те, кто был старше 70 лет в прошлом пятилетии. Но коэффициенты смертности для тех и других очень сильно отличаются: для группы «65-69» вероятная смертность составляет 2821,1 человек в год на 100000 ч., а для группы « $\geq 70$ » он в несколько раз больше – 7745,2 ч./год на 100000 ч. Поэтому расчеты для каждой из этих составляющих делаются отдельно и результаты их суммируются, а затем умножаются на 0,6 (с учетом того, что как видно из таблицы 2., 40% и тех и других оставляет науку, уходя на пенсию).

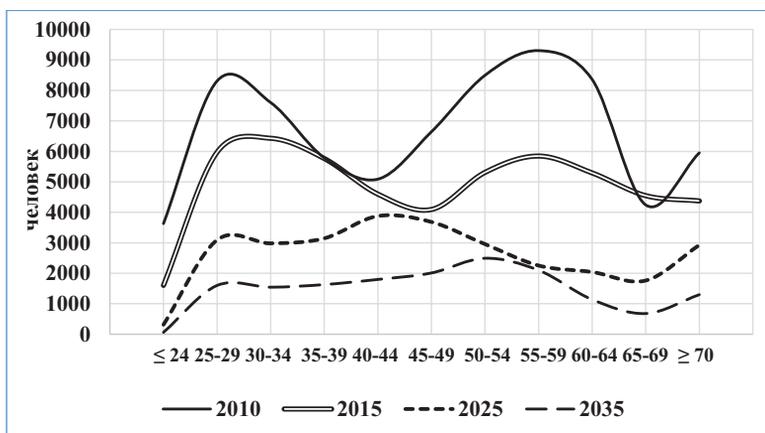
В крайней правой колонке таблицы 3. приведены суммы численности всех возрастных групп, т.е. прогнозируемая общая численность исследователей в Украине в соответствующем году. По этим данным построен график, представленный на рис. 2.



**Рис.2. Прогноз изменения численности исследователей в Украине для «стихийного варианта» (отсутствия изменений в политике государства и сохранения основных тенденций последнего пятилетия)**

Рисунок 2. более наглядно демонстрирует крайне неблагоприятную тенденцию возможной динамики кадрового потенциала украинской науки: уже к 2025 году численность исследователей упадет почти вдвое (в 1.9 раза), а к 2035 году – в 3,3 раза по сравнению с 2015 годом. Ведь как отмечалось во введении, уже сегодня Украина имеет почти втрое меньше исследователей на 1 млн. населения, чем в среднем по странам ЕС, а именно этот показатель считается мерой научной обеспеченности инновационного развития экономики страны. Это означает, что рассмотренный здесь «стихийный вариант» практически исключает возможность перевода украинской экономики на путь инновационного развития. Его неприемлемость бесспорна, хотя, по-видимому, все еще не всеми осознана.

Произведенные в таблице 3. данные, дают возможность увидеть, как будет меняться возрастной профиль исследователей. В виде графиков это показано на рис.3. Как видим, несмотря на то, что в расчет закладывались столь же значительные потери исследователей младшего и среднего возраста, как и в предыдущем пятилетии, с годами «провал» кривой профиля будет уменьшаться. Это обусловлено тем, что возрастная структура эволюционирует в такую, когда пополнение науки молодежью будет все более отставать от потерь в результате естественной смертности.



**Рис. 3. Прогнозируемое изменение возрастного профиля исследователей Украины для «стихийного варианта»**

Заметим, что если в 2010 году максимум кривой возрастного профиля, соответствующий возрастам от 55 до 64 лет, был заметно больше, чем для 30 – 34 лет, то к 2015 году он уже стал меньше, и в прогнозируемом периоде эта тенденция не только сохранится, но и он вообще исчезнет, уступив место минимуму. Это подтверждает, что произошедшая к настоящему времени эволюция возрастной структуры исследователей Украины, приведшая в начале второго десятилетия XXI века к преобладанию старших возрастных групп, пришла к состоянию, когда естественная смертность становится очень уже очень заметным фактором, определяющим её динамику.

В поисках более приемлемого сценария эволюции кадрового потенциала науки Украины попробуем рассчитать несколько иных сценариев ее развития (а вместе с тем и подходов к регулированию) с тем, чтобы предложить людям, принимающим политические решения, возможность видеть возможные последствия тех или иных способов влияния на эволюцию кадрового потенциала науки и оценить время, необходимое для достижения тех или иных результатов. В частности, для выхода по показателю научного обеспечения инновационного развития экономики на среднеевропейский уровень.

## **Вариант стабилизации молодежного пополнения**

Понятно, что уменьшение притока молодежи в науку связано прежде всего с падением престижности профессии исследователя. Это обусловлено не только недостаточной заработной платой научных работников и вообще неудовлетворительным уровнем их социального обеспечения, но и снижением авторитета отечественной науки в глазах общества. Последнее в значительной степени связано с кампанией очернения науки, развязанной в последнее время некоторыми средствами массовой информации. Подливают масла в этот дурно пахнущий огонь и некоторые не очень компетентные и фактически ничего не знающие о том, что реально происходит в научных коллективах, политики. Есть основания полагать, что у некоторых «активистов» и спонсоров этой кампании имеется и определенный «шкурно-экономический» интерес – ведь далеко не всю материально-техническую базу украинской науки еще успели растащить. Особенное внимание и аппетиты вызывают у них здания, сооружения и земельные участки, закрепленные за научно-исследовательскими институтами.

Для того, чтобы прекратить эту кампанию не нужно больших финансовых затрат, здесь достаточно политической воли на уровне власти и некоторых целеустремленных усилий по популяризации науки со стороны ученых и понимающих значение науки журналистов. Масштабная и вдумчивая кампания, направленная на повышения авторитета науки, возможностей, связанных с ее развитием, наверное, могла бы определенным образом ослабить влияние этих факторов и если не увеличить приток молодежи в науку, то по крайней мере предотвратить его дальнейшее уменьшение. Рассмотрим, как это повлияло бы на эволюцию кадрового потенциала науки в течение ближайших десятилетий

Нет сомнения, что подвижки в этом плане могут серьезно повлиять на престижность профессии исследователя. Если дополнить их некоторым материальным стимулированием<sup>6</sup>, можно рассчитывать по крайней мере на то, что тенденция уменьшения прихода молодежи в науку прекратится. В данном разделе попытаемся оценить, как это повлияет на динамику кадрового потенциала в ближайшем будущем.

*Таблица 4.*

### **Влияние уменьшения потерь (Украина)**

	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>	<b>2035</b>
<b>при неизменных потерях</b>	73413	53835	41920	34432	29896	27187
<b>при потерях 10% за пятилетие</b>	73413	53835	46564	42773	37720	34192
<b>при прекращении ухода</b>	73413	53835	49163	46785	46303	46652

<sup>6</sup> Запросы нашей научной молодежи не так уж велики: к примеру, при социологическом опросе молодых ученых и преподавателей вузов на вопрос о том, какой заработной плате, они считали бы с достаточным ответили (в среднем): чуть больше 9 тыс. грн. для личной жизни и 20 тыс. для семьи [27].

В таблице 4. (первая строка «при неизменных потерях») представлены результаты расчетов именно такого случая: приток молодежи стабилизировался на уровне 2015 года и сохраняется до 2035 г., а уход из науки остается неизменным, как и с 2010 по 2015 гг. Нетрудно видеть, что при таком сценарии численность исследователей к 2035 году упадет почти вдвое, т.е. стабилизация пополнения сама по себе не решает проблемы.

Если принять, что меры по поддержке науки будут достаточными, чтобы уход из науки младшего и среднего поколения исследователей уменьшится до 10% за пятилетие (уход на пенсию всех возрастных групп старше 60 лет принимаем 40% за пятилетие), то падение численности несколько замедлится (см. строку «при потерях 10% за пятилетие» в таблице 4.), однако все же он будет продолжаться и к 2035 году Украина будет иметь их на 36,5% меньше.

Даже если предположить уж совсем фантастический вариант развития – такой, что в течение всего прогнозируемого периода вообще никто из науки не уйдет (см. строку «при прекращении ухода» в таблице 4.), то и в этом случае стабилизации пополнения отнюдь недостаточно для того, чтобы приостановить падение кадрового потенциала украинской науки – это неизбежный результат сложившейся к настоящему времени возрастной структуры исследователей по крайней мере до 2030 года.

Для наглядности данные, помещенные в таблице 4., представлены на рис. 4. в виде графиков.



**Рис. 4** Прогноз изменения численности исследователей Украины для случая стабилизации прихода молодежи в науку на уровне 2015 года

Как видим, после 2030 года можно ожидать в последнем случае начала медленного роста, однако он будет настолько слабым, что к 2035 году

численность исследователей не достигнет даже уровня 2025 года, не говоря уж о 2015 и тем более 2010 гг.

Интересно посмотреть, как будет меняться возрастная структура исследовательского корпуса Украины при осуществлении описанных сценариев его эволюции.

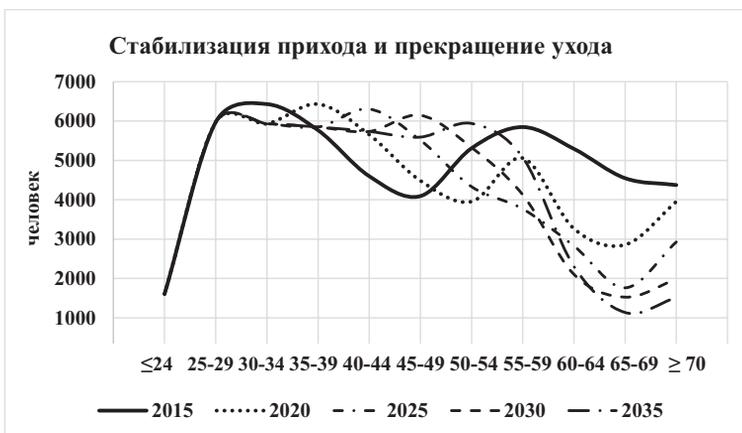
Как видно из рис. 5., в случае, если отток кадров из науки сохранится на уровне 2011 – 2015 годов, возрастная структура исследовательского корпуса в каждом последующем пятилетии будет беднее на работников наиболее плодотворного возраста и к 2035 году придет к состоянию, которое вряд ли можно признать работоспособным. В научных коллективах будут в основном «начинающие» уже некому будет помогать им осваивать непростую профессию ученого.



Рис. 5. Прогноз эволюции возрастного профиля исследователей Украины при стабилизации притока молодежи на уровне 2015 года при условии, что уход в другие сферы деятельности останется неизменным

Намного более оптимистично выглядит эволюция возрастного профиля для случая, когда нет «утечки» кадров, прогноз которой представлен на рис. 6<sup>7</sup>. Мы уже отмечали, что случай этот, строго говоря, не реалистичен, но это справедливо для его абсолютизации – действительно трудно представить себе такую ситуацию, когда в течение десятилетий абсолютно никто не покидает исследовательские коллективы. Но он наглядно демонстрирует, как важно для сохранения работоспособной возрастной структуры обеспечить закрепление исследователей в науке.

<sup>7</sup> Как и в предыдущем случае, принимаем, что из возрастных групп старше 60 лет каждые 5 лет 40% уходит на пенсию.



**Рис. 6. Прогноз эволюции возрастного профиля исследователей Украины при стабилизации молодежного пополнения на уровне 2015 года и прекращении ухода исследователей в другие сферы деятельности**

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что для восстановления научного потенциала Украины сегодня уже стабилизации уровня привлечения молодежи в науку совершенно недостаточно, нужны более кардинальные меры, чем те, о которых шла речь в этом разделе. Жизненной необходимостью становится существенное наращивание притока молодежи. В следующих разделах мы попробуем оценить, насколько большим оно должно быть.

### ***Оценка влияния возможных параметров притока молодежи в науку***

Понятно, что для восстановления кадрового потенциала науки Украины необходимо существенно нарастить приток молодежи в научно-исследовательские организации. В данной работе мы не останавливаемся подробно на механизмах реализации этой цели – на том, что именно и как нужно для этого сделать. В самом общем виде это, конечно, прежде всего поддержка науки со стороны государства и общества, которая обеспечила бы реальную престижность профессии исследователя для молодежи. Но для того, чтобы оценить необходимые масштабы такой поддержки, нужно знать, насколько должно вырасти молодежное пополнение в ближайшие десятилетия и к каким результатам оно приведет.

Мы рассчитали с помощью нашего метода три возможных сценария развития кадрового потенциала науки: 1) что может произойти в ближайшие два десятилетия с кадровым потенциалом украинской науки, если приход молодежи будет ежегодно увеличиваться на 5 % по сравнению с предыдущим годом; 2) какова будет его динамика, если ежегодный прирост составит 10%;

3) если он составит 15%<sup>8</sup>. Исходным был взят, как и в предыдущих расчетах, 2015 год.

При этом мы приняли, что уходить из науки будет за 5 лет не более 5% исследователей в возрасте до 59 лет. Осознавая, что это очень труднодостижимый показатель, мы все же считаем его более реалистичным, чем полное прекращение оттока кадров из науки. Для всех трёх сценариев принимается, что те, кто достиг пенсионного возраста, каждое пятилетие будут оставлять научно-исследовательские организации 40% - т.е. сохранится примерно такая же пропорция уходящих и остающихся в науке, как наблюдалась в предыдущее пятилетие. Возможно, этот процент и несколько уменьшится, если существенно улучшатся условия труда и уровень социального обеспечения ученых, но очень существенных его изменений вряд ли стоит ожидать: ведь это связано и с состоянием здоровья, и с особенностями характеров людей и т.д. В таблице 5. приведены результаты соответствующих расчетов для сценария, соответствующего ежегодному приросту 5%.

Соответствующие таблице 5 возрастные профили представлены на рис. 7.

Таблица 5.

**Прогноз при ежегодном приросте молодежи на 5 % (Украина)**

возрастные группы	≤ 24	25-29	30-34	35- 39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	≥ 70	Σ
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
<b>2015</b>	1605	5972	6430	5766	4598	4093	5310	5847	5293	4547	4374	53835
<b>2020</b>	2054	7644	5626	6021	5371	4259	3756	4805	3266	2857	3952	49611
<b>2025</b>	2630	9784	7201	5269	5609	4975	3909	3399	2684	1762	2926	50148
<b>2030</b>	3366	12524	9217	6744	4909	5196	4566	3457	1834	1383	1984	55180
<b>2035</b>	4308	16031	11798	8633	6282	4547	4769	4232	1931	990	1442	64943

Как видно из таблицы 5., падение общей численности исследователей в Украине (столбец Σ ) при таком сценарии развития будет продолжаться еще несколько лет и только к 2025 году их численность начнет слегка возрастать и даже до 2030 года будет оставаться меньшей, чем в 2010 году. Т.е. пятипроцентный прирост прихода молодежи в науку на данном этапе явно недостаточен.

<sup>8</sup> Практически это означает, что при расчётах на соответствующий процент увеличивались две младшие возрастные группы – «≤ 24» и «25- 29»

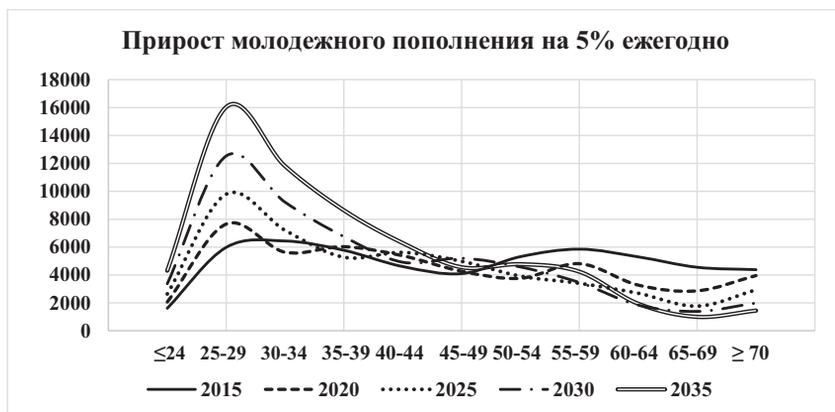


Рис. 7. Прогнозируемое изменение возрастных профилей для пятипроцентного прироста прихода молодежи в науку

Более высокие темпы роста можно обеспечить, если обеспечить прирост прихода молодежи до 10% ежегодно. Результаты расчётов такого сценария представлены в таблице 6.

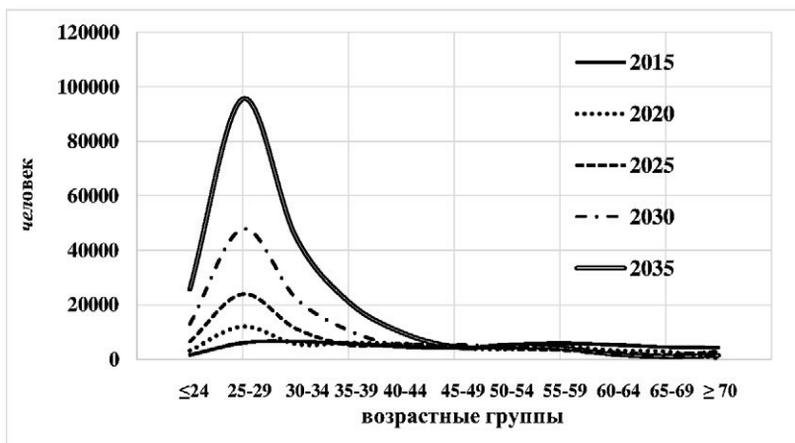
Таблица 6.

**Прогноз при ежегодном приросте молодежи на 10 % (Украина)**

возрастн группы	≤ 24	25-29	30-34	35- 39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	≥ 70	Σ
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
<b>2015</b>	1605	5972	6430	5766	4598	4093	5310	5847	5293	4547	4374	53835
<b>2020</b>	2584	9615	5626	6021	5371	4259	3756	4805	3266	2857	3952	52112
<b>2025</b>	4160	15480	9058	5269	5609	4975	3909	3399	2684	1762	2926	59231
<b>2030</b>	6698	24923	14583	8482	4909	5196	4566	3457	1834	1383	1984	78015
<b>2035</b>	10784	40126	23486	13656	7902	4547	4769	4232	1931	990	1442	113865

Как видим, и этот сценарий не позволяет избежать падения численности исследователей в течение первых 5 лет, хотя и обещает к 2035 году более чем удвоить её по сравнению с 2015 годом и нарастить на 75% по сравнению с тем, в который заложено пятипроцентный прирост молодежи.

На рис. 8. Представлены построенные на основе данных таблицы 6. Кривые возрастного профиля. Они, естественно, аналогичны тем, которые можно видеть на рис. 7. Здесь еще более выразительно видно нарастание дефицита старшего поколения, т.е. наставников, которые могли бы существенно ускорить становление молодых исследователей как ученых.



**Рис.8. Прогнозируемое изменение возрастных профилей для случая, когда ежегодный прирост прихода молодежи в науку составит 10 %**

И все же и данный вариант не позволяет в ближайшее время существенно приблизиться к европейским стандартам научного обеспечения инновационного развития<sup>9</sup>. Поэтому есть необходимость рассмотреть и третий сценарий – ежегодное увеличение двух младших возрастных групп на 15%, что равносильно их удвоению за пятилетие. Результаты соответствующего расчета представлены в таблице 7.

*Таблица 7.*

**Прогноз при ежегодном приросте молодежи на 15 % (Украина)**

возрастн группы	≤ 24	25-29	30-34	35- 39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	≥ 70	Σ
n	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
<b>2015</b>	1605	5972	6430	5766	4598	4093	5310	5847	5293	4547	4374	53835
<b>2020</b>	3210	11944	5626	6021	5371	4259	3756	4805	3266	2857	395	55067
<b>2025</b>	6420	23888	11252	5269	5609	4975	3909	3399	2684	1762	2926	72093
<b>2030</b>	12840	47776	22504	10537	4909	5196	4566	3457	1834	1383	1984	116986
<b>2035</b>	25680	95552	45007	21075	9816	4547	4769	4232	1931	990	1442	215041

Соответствующая таблице 7. эволюция возрастных профилей представлена на рис. 9.

<sup>9</sup> Более наглядно мы постараемся продемонстрировать это в дальнейшем.

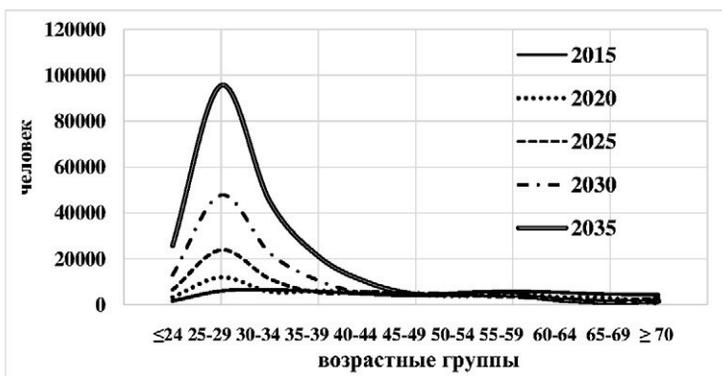


Рис.9.

Прогнозируемое изменение возрастных профилей для случая, когда ежегодный прирост прихода молодежи в науку составит 15 %

Более наглядно сравнить возможности всех трех рассмотренных сценариев восстановления кадрового потенциала украинской науки позволяет рис. 10.

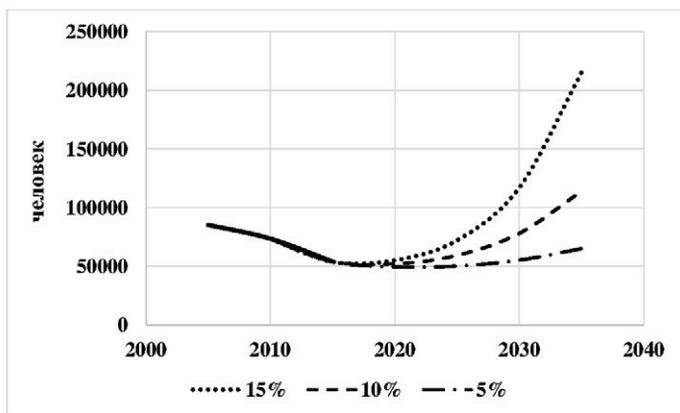


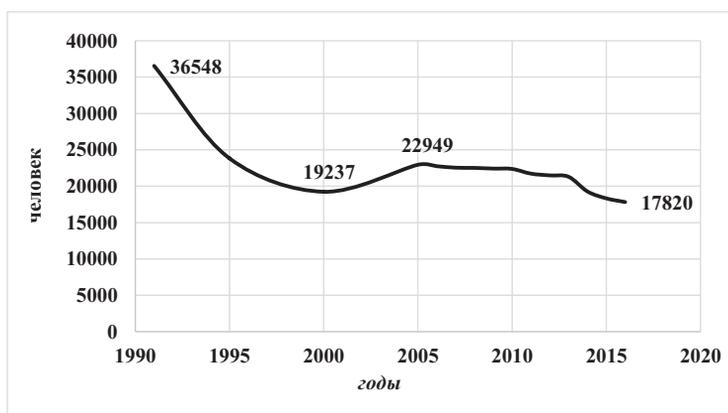
Рис. 10. Сравнение вероятного изменения численности исследователей Украины для трёх рассмотренных сценариев восстановления потенциала

Как видим, только если обеспечить пятнадцатипроцентное ежегодное наращивание прихода молодежи в науку в течение 5 лет, можно предотвратить дальнейший спад численности исследователей в Украине в ближайшие годы – и 5%, и 10% для этого уже недостаточно. В случае, если такой форсированный режим ежегодного наращивания (15%) будет продолжаться до 2035 года данный прогноз дает численность исследователей 215041 чел., что при населении 45 млн. чел. соответствует 4878,7 на 1 млн. – т.е. немного выше, чем в ФРГ было в 2013 году. Понятно, что это несколько завышенное значение, ведь мы принимали при расчетах, что из науки будет уходить за

каждое пятилетие не более 5% исследователей, достигнуть чего вряд ли реально. Кроме того, целеустремленная политика ЭС и, в частности, ФРГ, направленная на наращивание кадрового потенциала европейской науки (в том числе и за счет наших эмигрантов) несомненно даст свои результаты, и к тому времени этот показатель в этой стране существенно возрастет. Но тем не менее можно надеяться, что во всяком случае таким способом за 20 лет можно выйти по уровню научной обеспеченности инновационного развития на показатели, близкие к европейским.

### ***Оценка перспектив восстановления и развития кадрового потенциала НАН Украины***

Как отмечалось во многих публикациях (см, например, [5 - 8]) и неоспоримо подтверждается данными статистики, значительные кадровые потери испытала в течение последних десятилетий не только наука Украины в целом. Больше всего пострадала отраслевая и заводская наука, но существенно уменьшилось и количество работающих в Национальной академии наук Украины.



**Рис. 11. Изменение численности исследователей НАН Украины**

Изменение численности исследователей НАН Украины наглядно демонстрирует график, представленный на рис. 11.

Однако, потери академических учреждений в большей степени затронули предприятия ее опытно-производственной базы, вспомогательный персонал институтов и меньше мере – ученых. Если общая количество исследователей в Украине с 1991 года сократить почти в пять раз, то в НАН Украины - на 52,3%. Такой путь сокращения научного потенциала в условиях резкого снижения финансирования науки, конечно, не был популярным среди работников академии, ведь отсутствие вспомогательного персонала, а тем более сокращения опытно-производственной базы очень усложняет и сам процесс научного поиска, а тем более – возможности для организации его

практического использования. И все же подобная стратегия была достаточно дальновидной с точки зрения сохранения возможностей для восстановления научного потенциала, ведь как видно из вышеприведенных расчетов и подтверждается многолетним опытом развития науки, наиболее инерционной из всех его составляющих являются кадры исследователей.

В последние годы произошло уменьшение притока молодежи в науку вследствие потери привлекательности профессии исследователя, и кроме того значительная часть ученых среднего поколения из учреждений НАН Украины перешла в другие сферы деятельности. И то и другое – вследствие недостаточного уровня социального обеспечения и отсутствия возможностей для обновления научного оборудования. Это привело к кардинальным изменениям в возрастной структуре научных кадров академии, последствия которых вызывают тревогу [7, 8]. В этой связи на повестку дня встал вопрос о необходимости возможностей восстановления кадровой составляющей потенциала НАН Украины. Оценке возможностей этого восстановления, необходимых для этого сроков и перспектив его дальнейшей эволюции посвящен этот раздел.

Исследование проводилось на основе описанного выше метода эндогенного прогнозирования эволюции кадрового потенциала науки. В предыдущих разделах и в работах [2. 9 - 11] этот метод применялся для прогнозирования эволюции кадрового потенциала науки в масштабах страны. Но НАН Украины также можно рассматривать как относительно замкнутую систему, пополнение которой происходит в основном за счет прихода молодежи и ее профессионального роста *внутри академии*, что позволяет применить применять названный метод и в данном случае. Для расчетов были использованы данные о распределении исследователей НАН Украины по возрастным группам, опубликованные в работе [8].

Результаты расчетов, аналогичных описанным в разделе «сущность метода», показали, что показатели потерь разных возрастных групп для академии существенно отличаются от данных приведенных в таблице 8.

Таблица 8.

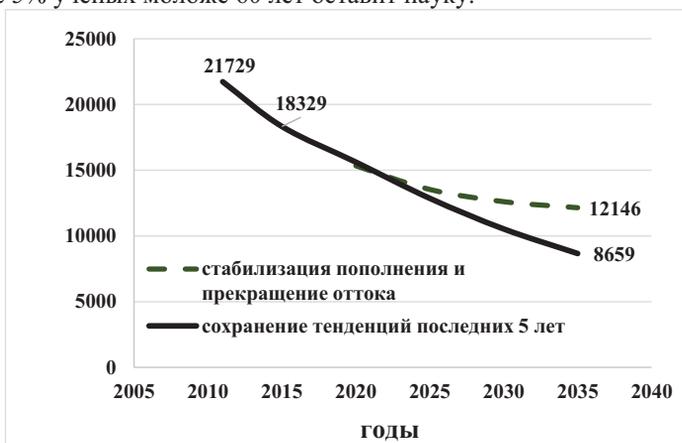
**Вычисление реальных потерь исследователей НАН Украины за пятилетие**

	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	≥ 70
<b>2011</b>	2185	1586	1384	1622	2240	2744	2648	1787	2607
<b>2015</b>	1952	1719	1390	1202	1559	2030	2059	1956	2460
<b>расчет</b>	2169	2160	1561	1356	1578	2155	2592	2435	3384
<b>% ушедших</b>	10	20,4	11	12,4	1,2	5,6	19,4	18,9	51,7

Как видим, процент исследователей, ушедших из институтов академии для большинства возрастных групп существенно меньше, чем в среднем по науке Украины. Исключением является только группа ≥70 лет – более 50 % против 40%.

На рис.12. представлены результаты, полученные для случая, если ничего в поддержке НАН Украины со стороны государства не изменится – и в

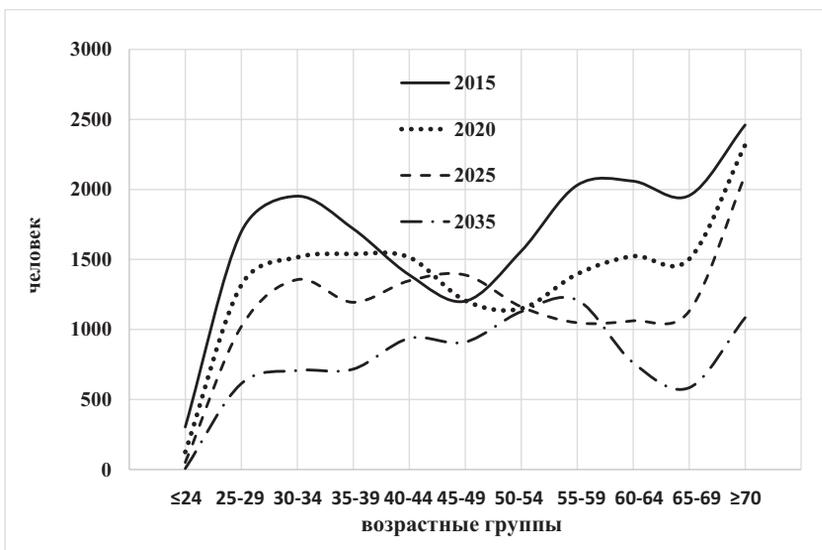
пополнении ее кадрами, и потерях ученых сохраняются тенденции последних 5 лет, а также для более оптимистичного варианта развития: если пополнение институтов академии молодежью осталось бы на уровне 2015 г., но при этом уровень оплаты труда будет поднят настолько, что каждые последующие 5 лет не более 5% ученых моложе 60 лет оставит науку.



**Рис.12. Прогноз динамики численности исследователей НАН Украины, если к 2035 году сохраняются тенденции последних 5 лет, а также для случая, когда пополнение молодежью сохранится на уровне 2015 года и резко сократятся кадровые потери**

Как видим, в первом случае к 2035 году численность исследователей сократится более чем вдвое, а второй сценарий оказывается также не слишком оптимистичным: сокращение будет продолжаться, хотя и не так быстро (до 2025 года – их станет минимум на 18% меньше чем в 2015 году). Причина этого в том, что в НАН Украины сложилась такая возрастная структура исследователей, при которой потери вследствие естественной смертности и ухода после 60 лет на пенсию<sup>10</sup> начинают преобладать приход молодежи.

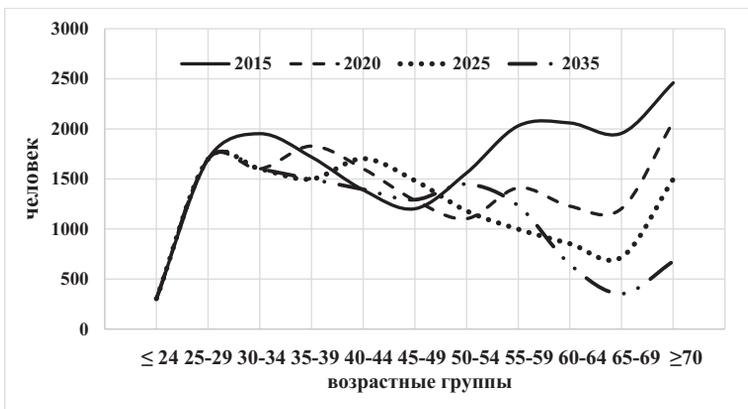
<sup>10</sup> Расчеты показывают, что с 2011г. по 2015 г. Ушло на пенсию примерно 20 % исследователей в возрасте 60 -69 лет и более 50 % тех, кому исполнилось 70 лет и более.



**Рис. 13.** Вероятная эволюция возрастного профиля исследователей НАН Украины для случая если сохранятся тенденции последних 5 лет

Графики, представленные на рис. 13 демонстрируют, что возрастная структура академии при сценарии «стихийного варианта» будет продолжать ухудшаться – процент исследователей в наиболее продуктивном возрасте будет падать. Но уже через 5 лет произойдут кардинальные изменения возрастного профиля исследователей: возрастет численность возрастных групп моложе 30 лет и существенно уменьшится – групп старше 55 лет. Последнее объясняется тем, что в нынешней возрастной структуре научных академии, преобладают возрастные группы, для которых естественная смертность значительно больше, чем для молодых. Так что для того, чтобы привести возрастной профиль ее кадров к оптимальному, вовсе нет нужды форсировано избавляться от ученых старшего поколения – их число будет уменьшаться в ближайшие годы быстрее, чем в предыдущие.

Как видно из рис. 14, ситуация существенно изменилась бы, если бы удалось стабилизировать приход молодежи и кардинально уменьшить уход научных работников из институтов академии (менее 1 % в год из каждой возрастной группы). При таком сценарии развития кадрового потенциала максимум, соответствующий возрасту от 30 до 34 лет, постепенно расширяться бы, и к 2035 году он достиг бы «ширины» примерно 15 лет, охватывая возраст от 30 до 45 лет. В то же время рис. 12. демонстрирует ту истину, что для стабилизации общей численности исследователей НАН Украины отнюдь не достаточно прекращения их ухода из науки и сохранения в неизменном виде численности научного пополнения. Для этого необходимо наращивать научное пополнение.



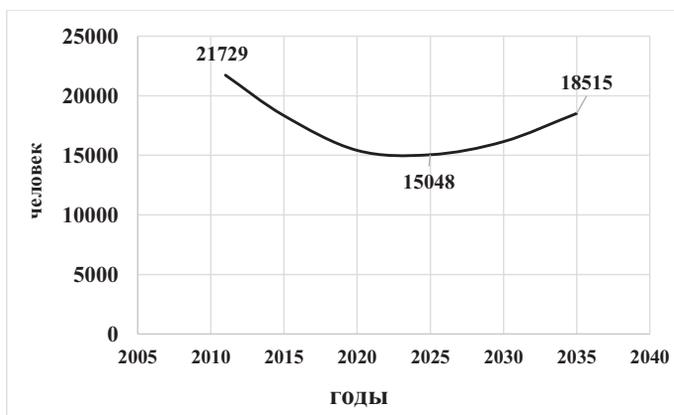
**Рис. 14.** Вероятная эволюция возрастного профиля НАН Украины для случая, если приток молодежи стабилизировать на уровне 2015 года и принять меры для кардинального уменьшения ухода исследователей из академии

Для оценки того, какой именно темп наращивания нужно обеспечить, в качестве первого приближения, рассмотрим сценарий развития, при котором в НАН Украины численность двух младших возрастных групп будет ежегодно возрастать на 5 % (что равносильно приросту на 27,63 % за пятилетие), а уход из академии не будет превышать 5 % за пять лет (т.е. меньше 1% в год). Несомненно, что при таком сценарии развития эволюция возрастного профиля (см. рис. 15.) выглядит более благоприятной: уже течение примерно десяти лет преобладание старшего поколения будет ликвидировано. При этом явно будет ощущаться «дефицит наставников» представителей старшего поколения ученых, наличие которых крайне желательно для обеспечения профессионального становления молодых научных работников.



**Рис. 15.** Вероятная эволюция возрастного профиля исследователей НАН Украины для случая если прирост молодежи будет нарастать на 5% ежегодно, а уходить из академии будет не более 5 % за пятилетие.

Но в тоже время, представленный на рис. 16. график прогноза динамики общей численности исследователей НАН Украины заставляет задуматься. Он демонстрирует, что увеличение пополнения молодого пополнения (возрастных групп до 30 лет) на 5% ежегодно также не остановит падения численности научных кадров академии по крайней



**Рис. 16.** Прогноз численности исследователей НАН Украины для случая, если приход молодежи будет расти на 5% ежегодно

мере до 2020 – 2022 гг., а некоторое восстановление кадрового потенциала начнется только после 2027. Заметим, что этот прогноз самом деле является очень оптимистичным, ведь в него закладывалось условие, что каждый год меньше одного процента исследователей в возрасте до 60 лет и 35% старше 60 лет покидает академию, чего достичь непросто.

Итак, даже не для наращивания, а только для того, чтобы избежать дальнейшего падения численности исследователей в течение ближайших 10 лет, необходимо более интенсивное наращивание притока молодежи. Попробуем оценить, насколько существенным должно быть это увеличение.



**Рис. 17. Прогноз численности исследователей НАН Украины для случая, если приход молодежи будет расти на 10% ежегодно**

На рис. 17 представлены расчеты для варианта, когда будет происходить увеличение этого притока на 10% ежегодно (примерно на 60% за 5 лет) при тех же ограничениях ухода в другие сферы и 35% на пенсию): один из них - когда такое наращивание будет продолжаться до 2035 года, а второй - до 2025 со стабилизацией на уровне последнего в последующие годы. Как видим, расчеты показывают: все равно до 2020 года будет продолжаться спад общей численности (на 10% относительно 2015 года) и только с 2025 г. можно надеяться на некоторый её рост. Поэтому во избежание значительных потерь, которые могут привести к исчезновению еще целого ряда научных школ, желательно, по крайней мере на первом этапе, обеспечить более значительный прирост количества молодых исследователей.

На рис. 18. представлены результаты аналогичных расчетов прогноза численности исследователей для ежегодного 15-процентного прироста численности молодежи, которая приходит в академию (примерно вдвое за пятилетие). В этом случае все равно не удастся избежать продолжения некоторого спада общего числа исследователей до 2020 года, но потери не должны превысить 5,4% их количества в 2015 году.



**Рис. 18.** Возможные варианты изменения общего числа исследователей НАН Украины при ежегодном нарастании пополнения молодежью на 15%

Однако, даже если после этого приход молодежи не будет более расти после такого форсированного наращивания пополнения в течение первых 5 лет, спад общего числа исследователей в дальнейшем прекратится и начнется его медленный рост. При таком его темпе к 2035 году не удастся выйти даже на уровень 2011 г., но все же это уже будет стабилизация. Более приемлемым вариантом было бы сохранить 15-процентное нарастание до 2025 г.. – такое пополнение позволило бы в 2025 году достичь численности исследователей, составляющей примерно 92% от той, которая была в НАНУ в 2005 г.

Графики эволюции возрастного профиля для случая, когда столь форсированное наращивание притока молодежи будет обеспечиваться только в первые 5 лет, представлены на рис. 19. Они показывают, что максимум, соответствующий существенно увеличенной за первое пятилетие возрастной группе «25-29» лет, каждые последующие 5 лет расширяется – сначала включая группу «30-39», а потом и «40-44», в то время как «хвост» профиля, который соответствует исследователям старше 60 лет, падает. Вряд ли возрастной профиль, соответствующий 2030 году можно считать оптимальным с точки зрения рационально организованной фазовой динамики ролевых функций членов исследовательских групп – в нем неизбежно будет ощущаться дефицит опытных наставников молодежи. Но несомненно, что он более сориентирован на развитие науки, чем ныне существующий.

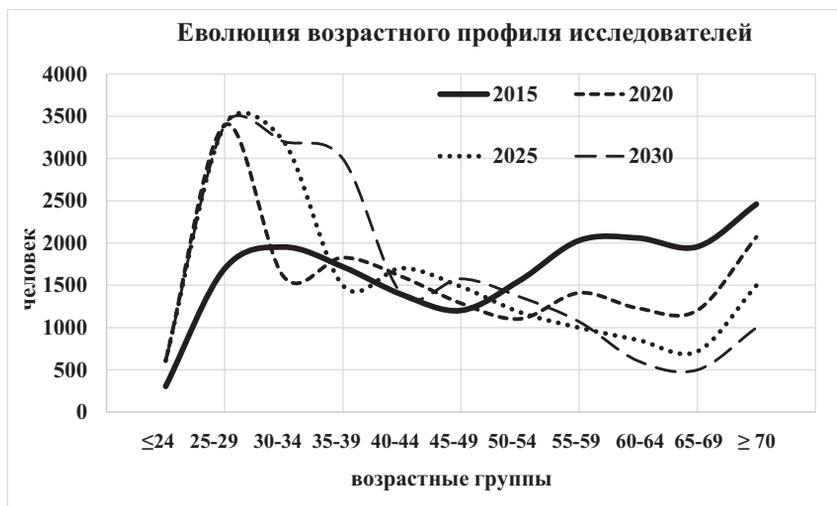


Рис. 19. Прогноз эволюции возрастного профиля исследователей НАН Украины для случая, если в течение первых 5 лет будет обеспечен рост молодежного пополнения на 15% ежегодно, а в дальнейшем будет сохраняться на том же уровне

Таким образом, несмотря на то, что численность исследователей в учреждениях НАН Украины уменьшилась не так сильно, как в науке Украины в целом, эволюция их возрастного профиля привела к ситуации, которую нельзя не признать тревожной: даже небольшое наращивание притока молодежи (например, 5% и даже 10% ежегодно) не приведет к стабилизации общего количества исследователей в течение ближайших 5 лет. Поэтому для восстановления кадрового потенциала академии в ближайшие годы следовало бы, по крайней мере в течение 5 лет наращивать привлечение молодежи в исследовательские коллективы по крайней мере на 15% ежегодно. После этого, если не ставить себе целью дальнейшего его наращивания, молодежное пополнение можно было бы стабилизировать. Понятно, что для обеспечения такого нарастания притока молодежи необходимо кардинально повысить уровень социально-экономического обеспечения ученых и создать условия для их работы, которые соответствовали бы современному уровню развития науки.

Следует заметить также, что при всей тревожности полученных нами результатов они все же слишком оптимистичны: принятая в наших расчетах норма – 5% ухода в течение пятилетия для всех возрастных групп от 30 до 59 лет практически вряд ли достижима даже при самых экстраординарных мерах, направленных на закрепления кадров в науке. А это означает, что на самом деле рост численности будет происходить медленнее, чем прогнозируется приведенными в данном докладе расчетами. Кроме того, если руководство нашей страны действительно возьмет курс на инновационное развитие экономики, это потребует ускоренного восстановления всей научной системы

Украины, что, в свою очередь, поставит задачу значительного повышения роли Национальной академии наук Украины в подготовке научных кадров не только для своих внутренних нужд.

## **Раздел 2. Отличия эволюции возрастной структуры исследователей и перспектив восстановления научного потенциала России и Беларуси от Украины**

### ***Предыстория: основные тенденции динамики кадрового потенциала Украины и ее ближайших соседей во второй половине XX века***

Прежде чем приступить к сравнению возможностей и перспектив развития кадрового потенциала науки в странах-соседах Украины описанным выше методом эндогенного прогнозирования, в основе которого лежит эволюция его возрастной структуры, целесообразно вернуться к предыстории – к тому, как менялся кадровый потенциал науки в этих странах с начала нынешнего века. Ведь многие проблемы, которые предстоит решать в ближайшей и, как видно из наших прогнозов, не только в ближайшей, а и в довольно далекой, перспективе, возникли именно в результате этих довольно драматичных и нетипичных для истории развития мировой науки изменений. При этом необходимо обратить внимание на наглядно продемонстрированную вышеприведенными результатами глубокую взаимосвязь и взаимную обусловленность эволюции возрастной структуры и динамики общей численности научных работников<sup>11</sup>. Этим, в частности, обусловлено то, что в каждый момент времени в возрастном профиле исследователей запечатлена память о том, как изменялась их общая численность в течение нескольких предыдущих десятилетий.

Общеизвестно, что до распада СССР численность научных работников в рассматриваемых странах с 50-х годов прошлого века и до конца 80-х возрастала (см. Рис. 20). Но не придает особого значения тому факту, что возрастание это происходило далеко не всегда одинаково.

---

<sup>11</sup> В большей части этой работы мы оперируем категорией «численность исследователей», но статистика, СССР и постсоветских стран в конце XX века фиксировала только численность научных работников, в которую включались также техники и вспомогательный персонал, непосредственно вовлеченные в исследовательскую работу. Это несколько осложняет сопоставимость данных, но не влияет существенно на оценку общих тенденций.

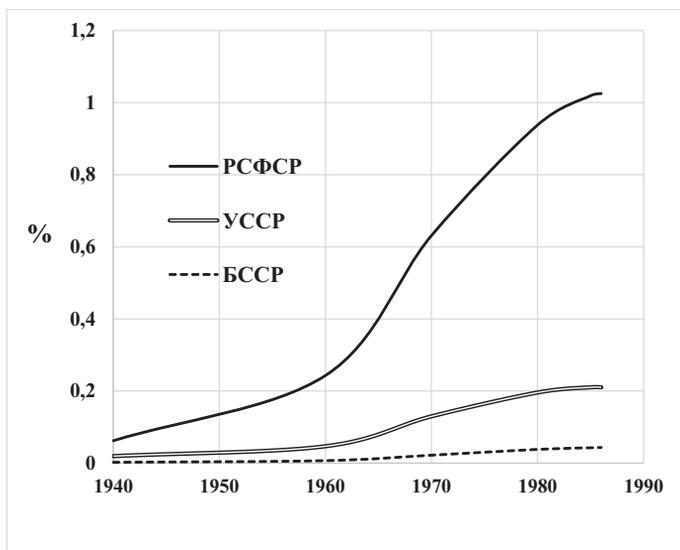


Рис. 20. Динамика численности научных работников в России, Украине и Беларуси с 1940 по 1986 годы

Даже при таком, не слишком позволяющем увидеть детали, масштабе видно, что темпы этого роста сильно менялись и не были тождественны между собой. Более наглядно это демонстрирует рис. 21, на котором представлены темпы прироста научных работников (прирост в процентах по сравнению с предыдущим годом) для СССР<sup>12</sup> и УССР.

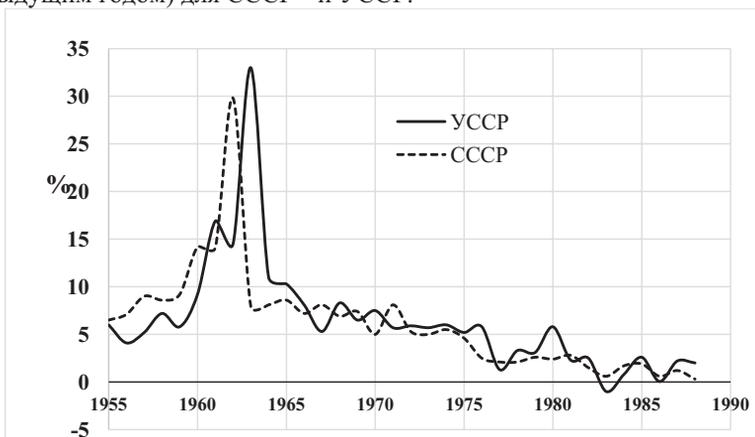


Рис. 21. Сравнение темпов прироста численности научных работников СССР и УССР в прошлом столетии

<sup>12</sup> Для Российской Федерации они практически тождественны с СССР, т.к. в ней была сосредоточена преобладающая часть научного потенциала страны.

Как видим, отличия в темпах действительно очень велики: от 30 и более процентов, до близких к нулю или даже отрицательных значений в 80-е годы. И понятно, что существенный спад темпов прироста, а тем более некоторое сокращение численности сопровождались уменьшением притока молодежи в науку. А это означает, что в возрастном профиле появлялись особенности, которые, в принципе, можно наблюдать затем еще многие годы. Чтобы увидеть их, необходимо было бы иметь возможность построить возрастные профили на основе сравнения численности небольших («шириной» 5 и менее лет) возрастных групп чего, к сожалению, не позволяет сделать доступная нам статистика.

Некоторое представление о динамике возрастной структуры научных работников СССР можно получить из таблицы, приведенной в монографии [25, стр. 83]. В связи с тем, что книга эта уже стала библиографической редкостью, воспроизведем ее полностью.

*Таблица 9*

**Возрастная структура научных работников СССР  
(по С.А. Кугелю и П.Б. Щелищу)**

Возрастные группы	Доля соответствующей группы				
	модель	1956	1972	1977	1982
≤ 36 лет	50	50	46	43	34
37 – 46 лет	26	28	35	32	34
47 – 56 лет	13	13	14	18	23
≥ 57 лет	11	9	5	7	9

В колонке «модель» авторы (С.А.Кугель и П.Б.Щелищ) приводят возрастную структуру, которую они вычислили на основе идеализированной модели экспоненциального роста и которую они называют «естественной возрастной структурой» – она почти совпадает с возрастной структурой 1956 года.

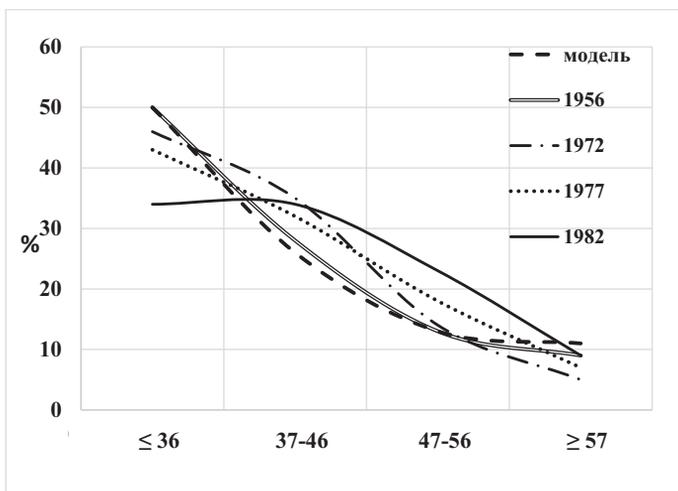


Рис. 22. Изменение возрастной структуры СССР с 1956 по 1982 год по данным [25]

Как видим, для периода стремительного нарастания научного потенциала, для которого характерен интенсивный приток молодежи в науку, численность научных работников моложе 37 лет почти вдвое превышает состав возрастной группы «37-46», которая, в свою очередь, вдвое больше группы «47-56». Но после периода «стабилизации численности» (1982 год) положение меняется – две младшие группы сравниваются между собой. Это свидетельствует о том, что в течение предшествующих десяти лет (после 1972 года) приход молодежи в науки страны уже практически не увеличивался.

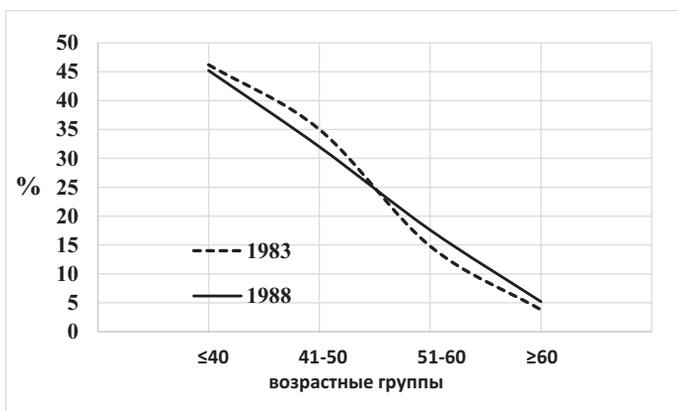
К сожалению, Госкомстат Украины, как и статистики других республик и СССР в целом, не публиковал тогда в своих ежегодных сборниках данных о возрастной структуре научных работников, что не позволяет нам более детально проследить её эволюцию. Исключением является статистический сборник за 1988 год [20], в котором дается сравнение возрастной структуры научных работников Украины в 1988 и в 1983 годах. Воспроизведем эти данные в виде таблицы 9.

Таблица 10.

**Сравнение возрастной структуры научных работников Украины в 1983 и 1988 годах [20]**

	≤ 35	36-40	41-50	51-60	≥ 60
<b>1983</b>	32,9	13,5	35	14,8	3,8
<b>1988</b>	28,2	17	32	17,6	5,2

Для построения возрастного профиля, который бы более-менее адекватно отражал ситуацию пришлось просуммировать первые две колонки приведенных в таблице 10. цифр, что позволило получить профиль, представленный на рис. 23.



**Рис 23. Возрастные профили научных работников Украины в восьмидесятые годы.**

При всей приблизительности использованных данных видно, что они отражают примерно ту же закономерность, что и на рис. 22.

Значительное уменьшение темпов прироста численности научных работников, имевшее место после 1980 года, (а значит и неизбежно сопутствующее ему уменьшение притока молодежи в науку Украины) уже через 5 лет привело к уменьшению доли научных работников моложе 36 лет и к общему «постарению» кадрового потенциала науки.

В этих условиях (некоторые специалисты называют этот отрезок времени *периодом относительной стабилизации* численности научных работников) можно было избежать такого «усредненного постарения» ученых за счет стимулирования перехода ученых в производственную сферу. Именно это и происходило, к примеру, в США, где довольно распространенной является практика привлечения (если не сказать переманивания) профессионально сложившихся работников науки в промышленность, где они на выгодных для себя условиях получают возможность реализовать на практике свои разработки. Таким образом удается решить сразу две проблемы: во-первых, сократить время освоения в производстве новейших достижений науки, а во-вторых в течение длительного времени сохранять средний возраст работников науки и практически неизменной возрастную структуру ее кадров.

Понятно, что такая неизменность возможна лишь в случае установления баланса между приходом молодежи в науку и уходом из неё ученых среднего и старшего поколения. В советской же науке уход исследователей из науки был крайне редким явлением, поэтому прекращение интенсивного наращивания их численности неизбежно сопровождался увеличением их среднего возраста. Как мы продемонстрируем это в дальнейшем, в Украине и других постсоветских странах, когда уход из науки представителей среднего поколения резко усилился, установить его баланс с молодежным пополнением не удалось, что привело к совершенно нетипичным изменениям возрастного профиля научных кадров – настолько нетипичным, что это уже ставит под вопрос саму перспективу сохранения научного потенциала страны.

Представление о драматической картине эволюции научного потенциала Украины в девяностые годы дает рис. 24. Мы воспользовались для его построения статистическими данными и терминологией, которые были приняты тогда в отечественной статистике: под термином «работники основной деятельности» подразумевались исследователи + техники + вспомогательный персонал; под «специалисты, занятые исследованиями» – исследователи + техники. Прежде и в дальнейшем мы будем оперировать в основном термином «исследователи», но в данном случае для характеристики общих тенденций в динамике кадрового потенциала не видим необходимости пересчитывать эти данные.

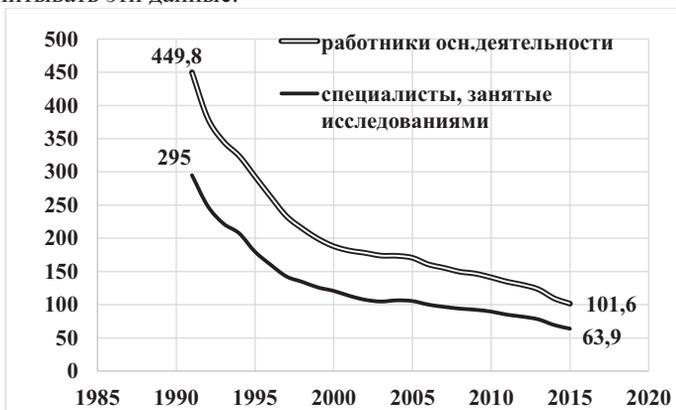


Рис. 24. Динамика кадрового потенциала науки Украины в терминах отечественной статистики 90-х годов

Понятно, что такое стремительное падение численности работников науки (в 4,62 раза по специалистам, занятым в научных исследованиях) не могло не отразиться на возрастной структуре исследовательских коллективов.

### *Сравнение динамики возрастной структуры научных кадров Украины, России и Беларуси в начале XXI века.*

Нами исследовалась эволюция возрастной структуры научных кадров Украины, России и Беларуси с точки зрения обеспечения жизнеспособности национального научного потенциала, которая определяется наличием в нем оптимальной доли высококвалифицированных ученых продуктивного возраста, а также созданием эффективной системы подготовки научных кадров [12, 13].

Вопрос о влиянии возрастной структуры научных кадров на эффективность работы научно-исследовательских коллективов неоднократно поднимался многими учеными (см., например, [6 - 14]). В частности, родоначальник украинского науковедения Г.М. Добров в своей знаменитой книге «Наука о науке», изданной в 1966 году, приводит полученные Г.

Леманом графики продуктивности<sup>13</sup> работы ученых в зависимости от возраста, причем кривые эти оказываются очень подобными для СССР, США, Германии и Италии [21, стр.123]. Они показывают высокий уровень продуктивности ученого в возрасте от 25 до 35 лет, который имеет максимум по достижению 35 – 40 лет. В последующем наблюдается постепенное падение творческой продуктивности ученого. Сходство упомянутых зависимостей для разных стран свидетельствует о том, что, несмотря на уникальность творческой биографии каждого конкретного ученого, на специфику отрасли науки, в которой он проводит исследования, на различия в организации и оснащении научного труда в разных странах – закономерности становления исследователя как профессионала и изменения с возрастом творческих потенций ученых для всех стран мира в целом достаточно релевантны. В то же время другие авторы [22] приводят данные, свидетельствующие о том, что кривая продуктивности научного работника имеет два максимума: один – для возраста примерно 30 – 40 лет, а другой – после 50 лет. И то, и другое утверждение подтверждается достаточно убедительным статистическим материалом, который не вызывает сомнений в его достоверности. Думается, что причина таких различий обусловлена особенностями организации исследовательского процесса: у математиков, физиков-теоретиков и других исследователей, работающих в основном индивидуально или в составе очень маленьких коллективов, максимум будет один. Появление же второго максимума скорее всего связано с коллективной работой и формированием достаточно больших групп, работая в соавторстве с которыми, лидер может опубликовать больше статей. Этот факт вовсе не означает, что самыми продуктивными будут научные группы, которые старше по возрасту. Ведь повышение личной публикационной активности ученого после 50 лет возможно только в том случае, если он окружен сотрудничающей с ним молодежью. Это оказывается взаимно полезным лидер (учитель) получает помощь, позволяющую ему повысить свою продуктивность, а его ученики с его помощью быстрее формируются как ученые.

Изучая проблемы формирования оптимальной возрастной структуры исследовательских групп, Б.А.Малицкий обратил внимание, что с годами меняются ролевые функции в научном коллективе практически каждого ученого – он проходит как бы разные фазы своего развития как член этой группы. Первая фаза – когда, включаясь в процесс получения нового знания, ученый прежде всего осваивает методы его добывания и овладевает уже имеющимся научным заделом. Далее – период, когда именно исследовательский процесс составляет основное содержание его жизни и деятельности. Затем, не прекращая исследований, он все больше времени и сил отдает передаче знаний и опыта молодежному пополнению. Следующая фаза – когда функция, связанная с передачей знаний, становится основной. При этом все эти функции необходимы и важны для продуктивной работы исследовательской группы (автор назвал этот процесс фазовой динамикой,

---

<sup>13</sup> В качестве показателя такой продуктивности выбрано число научных публикаций

которая должна приводить к фазовому балансу – гармоническому сочетанию и сотрудничеству ученых, принадлежащих к разным поколениям).

На рис. 25. представлены возрастные профили исследователей – Украины, Беларуси и Украины, сложившиеся в начале XXI века<sup>14</sup>.

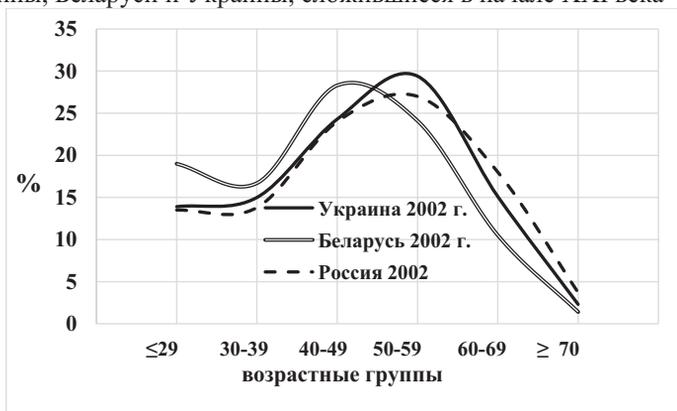


Рис. 25. Сравнение возрастной структуры исследователей трех стран в начале XXI века

Нетрудно видеть, что в 2002 году для всех трех стран они были во многом сходными: в каждом из них имелся максимум в промежутке от 40 до 50 лет, как воспоминание о том, что 20 лет тому назад приход молодежи в науку был в полтора – два раза больше. Более низкая доля возрастных групп моложе 39 лет подтверждает, что в последнее десятилетие перед 2002 годом он существенно уменьшился. В то же время научные кадры Беларуси были в этот период несколько моложе – основной по численности являлась возрастная группа исследователей 40 – 49 лет, и существенно большей была доля ученых, относящихся к группе «30-39», а ещё более весомой была возрастная группа исследователей «до 29». Тем самым эти данные свидетельствуют о том, что в первое десятилетие со дня обретения независимости в Беларуси осуществлялась более благоприятная для научной молодежи политика, чем в Украине и России.

Для Украины основной возрастной группой исследователей являлась возрастная группа «50-59» лет. В России доля этой возрастной группы была почти такой же, но несколько большей по численности была возрастная группа исследователей «60-69» лет.

Рассмотрим, что происходило в последующие годы. Рис. 26., на котором представлена эволюция возрастной структуры исследователей в Украине, свидетельствует, что утверждения о тотальном постарении кадрового потенциала страны, как минимум, являются грубым упрощением той непростой ситуации, в которой оказалась сегодня украинская наука. Несмотря на беспрецедентные потери кадрового потенциала украинской науки и

<sup>14</sup> Здесь, в отличие от первого раздела, мы используем данные о численности возрастных групп «шириной» 10 лет, т.к. данных о 5-летних группах статистика России и Беларуси не публикует.

продолжающееся его уменьшение, отмечается постепенное нарастание в составе научных работников доли возрастной группы 30-39 лет, которая к 2015 году достигла 22,9 %, а вместе с более молодыми исследователями – 36,8 %.

Можно заметить, что с 2002 по 2007 год численность самой молодой возрастной группы, определяемой молодежным пополнением, не уменьшалась, а даже несколько увеличивалась, но уже в 2010 это пополнение уменьшилось, а к 2015 г. упало еще вдвое, что поставило под вопрос дальнейшее существование науки – как было показано в предыдущем разделе, такая возрастная структура со столь низким приходом молодежи и потерей среднего поколения запрограммирована на падение общей численности исследователей.

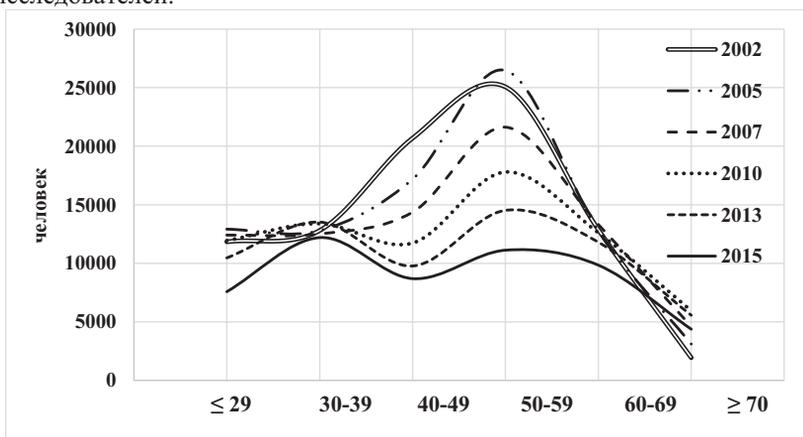


Рис.26. Эволюция возрастной структуры исследователей в Украине

Главная же тенденция после 2005 года – падение численности исследователей в возрасте от 40 до 60 лет. Сравнение их численности позволяет сделать таблица 10, в которой представлено также процент численности возрастной группы в 2015 г. по отношению к ее составу в 2002 г.

Таблица 10.

**Изменение численности возрастных групп исследователей Украины с 2002 г. до 2015 г.**

	до 29	30—39	40—49	50—59	60—69	≥ 70
<b>2002</b>	11840	12802	20689	25064	12874	1942
<b>2015</b>	7577	12196	8691	11120	9840	4374
<b>%</b>	64	95,2	42	44,4	76,4	225
<b>разница</b>	4263	606	11998	13944	3034	-2432

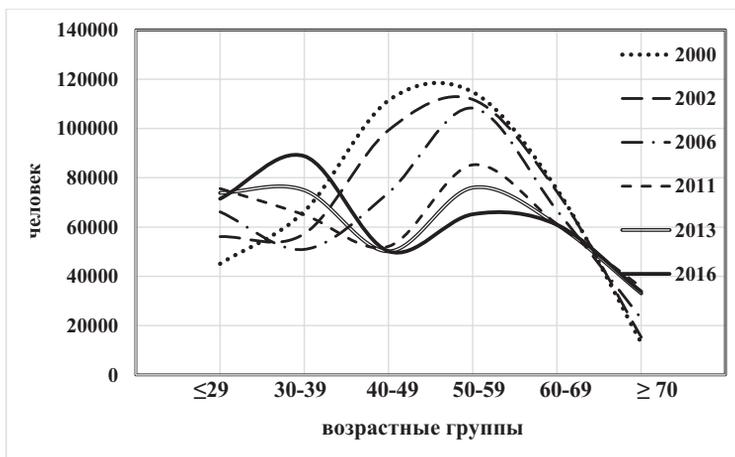
Как видим, возрастные группы от 40 до 59 лет потеряли за этот период 26548 чел. – более половины своего прежнего состава, что не идет ни в какое

сравнение с прибавкой 2,4 тысячи чел. в группе « $\geq 70$ », о которой сегодня так много пишут в средствах массовой информации<sup>15</sup>.

Небольшой рост группы «30-39» в последние годы давал даже некоторое основание для сдержанного оптимизма – как в плане оценки тогдашнего состояния научного потенциала, так и, в особенности, возможностей его наращивания при соответствующей поддержке со стороны государства и промышленности. Но, как было показано в первом разделе, основания эти предельно слабые.

В то же время, нарастающее из года в год уменьшение численности исследователей в наиболее продуктивном возрасте, обусловленное их бегством из науки не может не вызывать тревоги. Тем более, что значительная часть все более молодых исследователей не задерживается надолго в науке, а, приобретя в ней соответствующую квалификацию, переходит в другие сферы деятельности в поисках более достойной оплаты своего труда.

В то же время представленные на рис. 26. кривые демонстрируют наличие в кадровом потенциале науки Украины все еще весьма весомой доли ученых продуктивных возрастов: даже к 2015 году 73,6 % исследователей Украины были моложе 60 лет. Тем самым можно утверждать, что возрастная структура украинской науки не может рассматриваться как препятствие ее дальнейшему развитию. Наличие же существенно выросшей группы молодых исследователей (37%) в сочетании со значительным количеством наиболее опытных ученых старшего давало основания рассчитывать на возможности достаточно быстрого наращивания кадрового потенциала украинской науки.



Построено авторами на основе данных [15, 16].

**Рис. 27. Эволюция возрастной структуры исследователей в России**

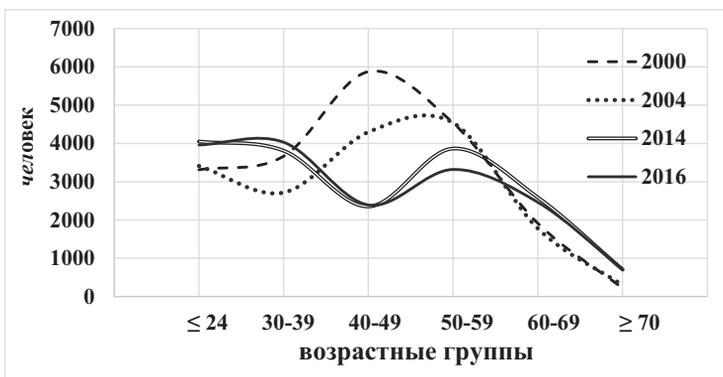
<sup>15</sup> Прибавка эта обусловлена просто передвижением соответствующей демографической волны: в эту группу вошли те, кто пришел в науку 40 лет назад, когда пополнение науки было гораздо более интенсивным.

На рис. 27. показано, как менялись возрастные профили исследователей в России. Как видим, примерно с 2002 года доля возрастной группы 30-39 лет сначала падает, а затем с 2003 ÷ 2004 года начинает возрастать. В то же время после 2000 года видна устойчивая тенденция уменьшения доли возрастной группы 40-49 лет – она уменьшилась более чем вдвое к 2014 году (с 26,1 % в 2000 году до 13,2% в 2014 г.), что свидетельствует о существенном оттоке научных кадров в другие сферы деятельности и за границу. Как и в Украине, в России доля научных работников в возрасте 30-39 лет имеет тенденцию к росту – в 2014 году она составила 20 % от общей численности исследователей. Одновременно растет и приток молодежи в науку: в 2014 году исследователи моложе 29 лет составляли 20,2 %. Т.е. несмотря на существенно больший чем в Украине приток молодежи в российскую науку здесь также не удалось избежать значительных потерь, связанных с уходом исследователей из науки.

Из рис. 27. хорошо видно, что, начиная примерно с 2013 г., численность возрастной группы «30-39» начинает существенно превосходить численность группы «≤ 29», чего нельзя объяснить просто некоторыми колебаниями прихода молодежи в науку как это легко сделать для Украины и Беларуси (см. рис. 26 и 28). Эта специфика эволюции возрастного профиля исследователей России является, по-видимому, следствием некоторого пополнения исследовательского корпуса извне – скорее всего из других постсоветских стран.

В 2014 году более 41 % исследователей России имели возраст до 40 лет, а более 54% – до 50 лет, что явно не вписывается в представление о «постарении российской науки» несмотря на то, что четвертую часть ее кадрового потенциала составляли представители старшего поколения (60 лет и более). Следует отметить, что средний возраст исследователей России в течение рассматриваемого периода практически не менялся – до 2010 года он составлял 48 лет, далее же начал постепенно уменьшаться и в 2014 году был равен 46 годам [14].

Во многом аналогичная динамика возрастного профиля исследователей происходила и в Беларуси. (см. рис. 28.).

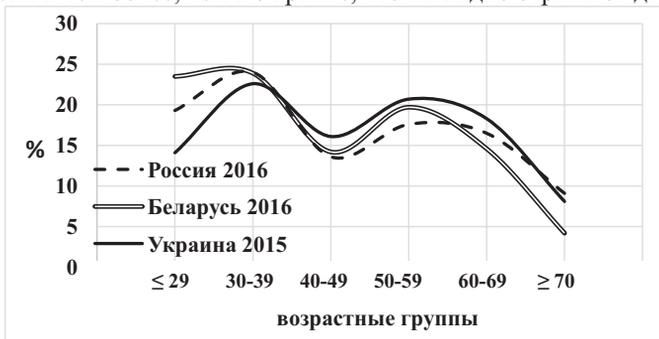


Построено авторами на основе данных [17, 18]

**Рис. 28. Эволюция возрастной структуры исследователей Беларуси**

Как видим, начиная с 2004 года, в возрастной структуре белорусских исследователей начал проявляться «кадровый провал», соответствующий возрастной группе 30-39 лет. В последующие годы он стал постепенно смещаться в сторону исследователей старших возрастов (к 2014 году минимум кривой уже четко переместился к возрастной группе 40-49 лет). Ее доля в общей численности исследователей с 2000 по 2014 годы уменьшилась на 17 процентных пунктов и составила в 2014 году менее 13,5 %. В то же время после 2004-2005 годов начинает наблюдаться устойчивый рост доли возрастных групп исследователей «30-39» и «до 29» лет. После 2012 года ситуация стабилизировалась (по крайней мере, возрастные профили 2012, 2013 и 2014 годов мало отличаются друг от друга).

Таким образом, можно констатировать, что особенностью Беларуси является то, что ежегодный приток молодежи в науку здесь заметно выше, чем в России и тем более, чем в Украине, что наглядно отражают данные рис.29.



Построено авторами на основе данных Госстата Украины, а также [7,15,16, 17]

**Рис. 29. Сравнение возрастных профилей исследователей в Украине, России и Беларуси<sup>16</sup> (%)**

<sup>16</sup> Для Украины взяты данные 2015 г., т.к. с 2016 Госстат Украины изменил методику подсчета численности исследователей, что делает соответствующие данные несопоставимыми с предыдущим рядом.

Этот факт может служить подтверждением, с одной стороны, того положительного влияния на развитие кадровой ситуации в белорусской науке, которое оказывает возрожденное в 1997 году государственное распределение бюджетных выпускников вузов, направляемых в научную сферу, а с другой, следствием более действенной и последовательной политики белорусского государства, направленной на привлечение молодежи в науку. Тем не менее, следует отметить, что «кадровый провал» возрастной группы белорусских исследователей «40-49» лет не менее выразителен, чем в Украине и России: уход из науки весьма значительной части высококвалифицированных и сложившихся ученых – явно выраженная проблема для всех трех стран.

### Раздел 3. Прогнозирование эволюции кадрового потенциала науки и оценка перспектив его наращивания в России и Беларуси

Представляет интерес на основе предложенного авторами метода эндогенного прогнозирования эволюции кадрового потенциала науки страны исследовать перспективы его возрождения в соседних с Украиной России и Беларуси и произвести их сравнение.

Как уже отмечалось, в девяностые годы XX века, после распада СССР, значительно уменьшился кадровый потенциал науки практически всех постсоветских стран. Особенно крутое падение наблюдалось в 1990 – 1993 годах. К 1997 – 1998 годам в Беларуси, России и Украине была утрачена более чем половина научных кадров<sup>17</sup>. Продолжился этот процесс и в начале XXI века, хотя и с меньшей интенсивностью, и с большей разницей в разных странах.

Это хорошо иллюстрирует график, представленный на рис. 30, на котором приведены значения отношения численности исследователей в соответствующем году к ее значению в 2000 году. Видно, что после 2009 года практически прекратился спад численности исследователей в России, в Беларуси с 2004 по 2009 даже наблюдался её рост. Но после 2009 снова началось падение кадрового потенциала науки, как и в Украине, где оно практически не прекращалось.

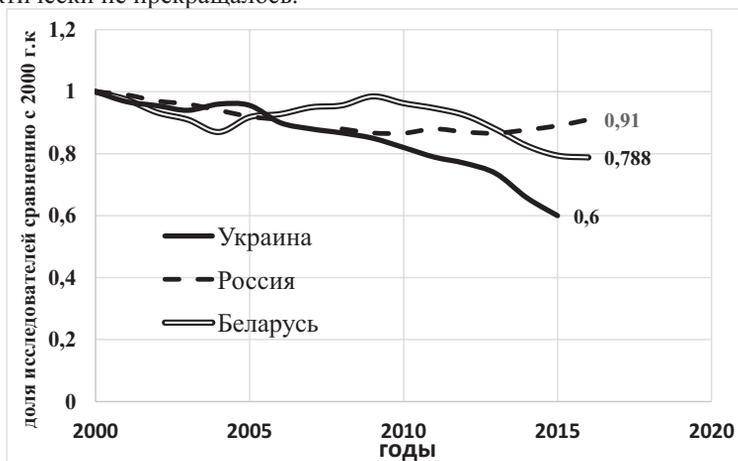


Рис. 30. Сравнение динамики численности исследователей в Украине, России и Беларуси

<sup>17</sup> В России с 1989 по 1994 численность исследователей и техников уменьшилась с 1389,3 тыс. До 640,8 тыс. – т.е. в 2,17 раза [1], в Беларуси в 1997 году численность исследователей становила менее 0,4 от таковой в 1991 году, в Украине – около 0,5 [2].

Попытаемся оценить, как быстро это можно сделать в России и Беларуси, и что для этого необходимо предпринять. К сожалению, статистика этих государств не дает возрастной структуры науки по пятилетним возрастным группам. Поэтому мы имеем возможность применить в данном случае наш метод только для групп «шириной» 10 лет, что, естественно, снижает точность прогнозирования эволюции кадрового потенциала науки. Однако, по нашему убеждению, для общей оценки ситуации и возможных тенденций развития этой точности вполне достаточно.

В данном случае расчет численности каждой возрастной группы, например, от 30 до 39 лет сводится к тому, что от численности более молодой группы («≤ 29» для этого примера), которая имела место на 10 лет ранее) отнимаем количество исследователей, которые вероятно за эти годы могут умереть в соответствии с данными о средней смертности населения данной возрастной группы и уходящих из науки в иные сферы деятельности. Общая же численность рассчитывается как сумма всех возрастных групп.

Предварительные результаты подобных прогнозов возможной эволюции кадрового потенциала науки Украины, России и Беларуси для некоторых вариантов государственной политики докладывались нами на международной конференции [19]. Впоследствии мы рассчитали, чего можно достигнуть в случае обеспечения нескольких иных показателей привлечения молодежи в науку и в данной работе предлагаем те из них, которые, на наш взгляд, представляются оптимальными.

### **Беларусь**

Чтобы спрогнозировать «стихийный вариант» - т.е. сценарий эволюции возрастного профиля, который будет иметь место в случае, если на будущее сохранятся тенденции последних 10 лет, необходимо рассчитать потери за десятилетие 2006 – 2016 гг. для каждой из возрастных групп белорусских исследователей. Для этого, воспользовавшись данными о естественной смертности населения Беларуси, рассчитываем, какой была бы численность соответствующих возрастных групп исследователей в 2016 году, если бы на протяжении десятилетия с 2006 года никто из них не уходил бы из науки в другие сферы деятельности и не уехал в другую страну (фактически это упрощенный вариант формулы (1), в которой просто опущен член  $P(n-1)$ ). Результаты такого расчета приведены в табл. 9 в строчке «2016 расчет». Разница этих значений и приведенных строкой выше («2016») и есть число ушедших из науки в течение 10 лет из соответствующей возрастной группы.

## Вычисление реальных потерь исследователей Беларуси за пятилетие

Возрастные группы	≤ 29	30-39	40-49	50-59	60-69	≥70	сумма
2006	4495	2888	4001	4838	1840	432	18494
2016	3959	4030	2392	3319	2462	717	16879
2016 расчет	3959	4435	2828	3987	4452	2055	21716
Ушло из науки		405	436	668	1990	1338	
%		9,1	15,4	16,75	44,7	65,1	

Как видим, до 39 лет процент потерь сравнительно невелик, от 40 до 59 – он составляет от 15 до 17 процентов, от 60 до 69 – почти втрое больше, и менее 35 % исследователей, достигших семидесятилетнего возраста, оставалось в науке Беларуси. Обращает на себя внимание и то, что если бы никто из исследователей не уходил из белорусской науки, то в 2016 году общая их численность была бы на 17,4 % больше, чем в 2006 г., в действительности же их стало на 13,6 % меньше.

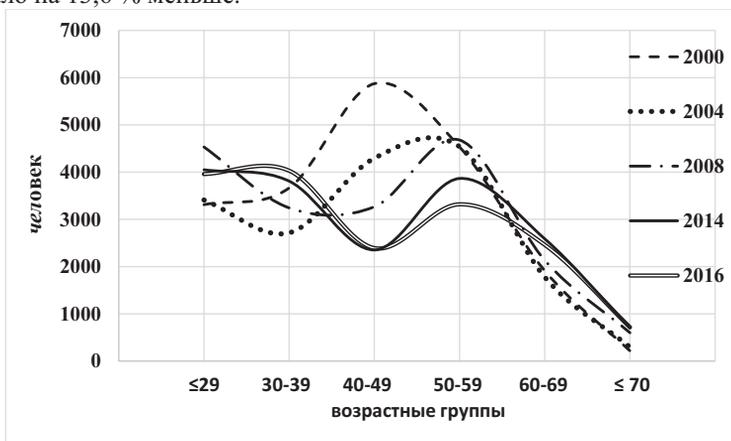


Рис. 31. Динамика возрастного профиля исследователей Беларуси с 2000 г. до 2016 г

Представленная на рис. 31. динамика возрастного профиля демонстрирует: «утечка» кадров привела к тому, что вместо максимума, соответствующего наиболее продуктивному возрасту ученого, образовался крайне нежелательный минимум. К сожалению, у нас нет данных о возрастной структуре исследователей Беларуси с 5-летней «шириной» возрастных групп, которые позволили бы более точно определить, когда именно происходила наибольшая «утечка сорокалетних», но сравнение представленных на рис. 30 профилей позволяет предположить, что произошло это в промежутке 2000 –

2008 гг., а затем уход из науки несколько замедлился. Об этом свидетельствует то, что изменение возрастного профиля с 2000 г. до 2008 г. Намного более существенные, чем с 2008 г. до 2016 г.

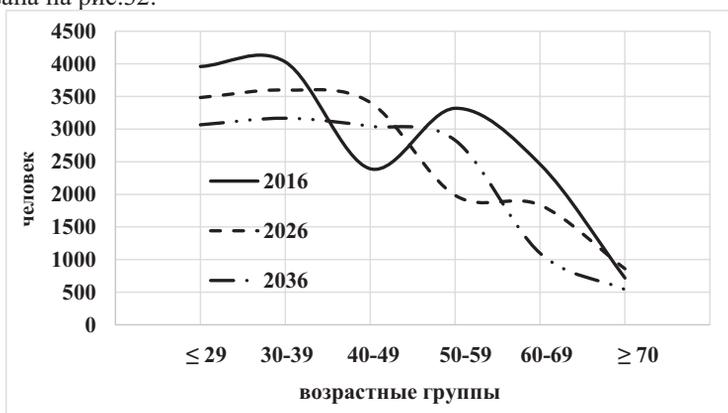
Результаты расчета эволюции возрастного профиля на следующие 20 лет для случая сохранения тенденций последнего десятилетия приведены в таблице 12. Как видим, такой сценарий не позволяет избежать дальнейшего уменьшения общей численности исследователей по крайней мере на 19 процентов<sup>18</sup>

Таблица 12.

**Прогноз параметров исследовательского корпуса Беларуси для случая, когда никаких изменений в тенденциях последних 10 лет не произойдет**

	≤ 29	30-39	40-49	50-59	60-69	≥70	сумма
<b>2016</b>	3959	4030	2392	3319	2462	717	16879
<b>2026</b>	3484	3599	3409	1985	1835	859	15171
<b>2036</b>	3066	3167	3045	2829	1098	540	13745

Весьма специфично и даже несколько неожиданно выглядит для такого сценария эволюция возрастной структуры исследователей Беларуси, которая показана на рис.32.



**Рис 32. Прогноз динамики возрастного профиля исследователей Беларуси для случая сохранения тенденций последнего десятилетия**

Как видим, в отличие от предыдущих двух десятилетий уже в 2026 году прогнозируется исчезновение минимума возрастного профиля, соответствующего возрастной группе «40-49 лет». Это связано с тем, что в последнее десятилетие в белорусской науке сложилась ситуация, когда вместо нарастания притока молодежи, наблюдавшегося в предыдущий период,

<sup>18</sup> Несомненно здесь, конечно, только общая тенденция, т.к. точность расчета для десятилетних возрастных групп вряд ли позволяет надеяться на ошибку менее 5%

начался его спад, а уход из науки представителей среднего поколения увеличился более чем в два раза.

Прогнозируемые возрастные профили, показанные на рис. 32., сами по себе довольно прогрессивны – они свидетельствуют о нарастании в Белорусской науке доли исследователей наиболее продуктивных возрастов. Но продолжающееся снижение их общей численности вряд ли допустимо как с точки зрения развития науки, так и обеспечения инновационного развития экономики. Рассмотрим некоторые возможные сценарии преодоления этого и выведения научного обеспечения инновационного развития на средневропейский уровень: во-первых, случай, когда на каждые 10 следующих лет сохраняются те же изменения этих двух возрастных групп, которые происходили за предыдущее (до 2016 г.) десятилетие, а во-вторых, – если на последующие десятилетия сохранится тенденция стабилизации, проявившаяся в 2014 – 2016 гг. (сплошная и пунктирная кривые на рис. 33).



Рис 33. Прогнозные варианты динамики общей численности исследователей в Беларуси

Как видим, если в первом случае до 2035 будет продолжаться падение общей численности исследователей (примерно на 20% за 2 десятилетия), то во втором – этот процесс существенно замедлится (падение составит около 9%). Уменьшение будет происходить вследствие ухода из науки ученых старших возрастных групп.

Третьим вариантом прогноза стал расчет случая, когда при стабилизации молодежного пополнения из науки Беларуси будет уходить в течение 10 лет не более 5% исследователей в возрасте от 30 до 59 лет и не более 40% – старше 60 лет (кривая «уменьшен уход из науки»). Как видим, большого прироста численности исследователей получить при таком сценарии развития все-равно не удастся: в лучшем случае прирост будет около 6% за 20 лет.

Задача существенного наращивания кадрового потенциала белорусской науки решается при обеспечении удвоения прихода молодежи в науку каждые 10 лет, что соответствует ежегодному приросту на величину чуть больше 7%

(при этом осуществляются также эффективные меры, направленные на предотвращение ухода ученых среднего возраста из науки – не более 5% за десятилетие) – на рис. 23 этот сценарий иллюстрирует двойная кривая. Как видим, в этом случае к 2036 году страна может иметь кадровый потенциал около 33,5 тыс. исследователей, или примерно 3,5 тыс. на миллион населения – т.е. выйти на нынешний средний уровень стран – членов ЕС.

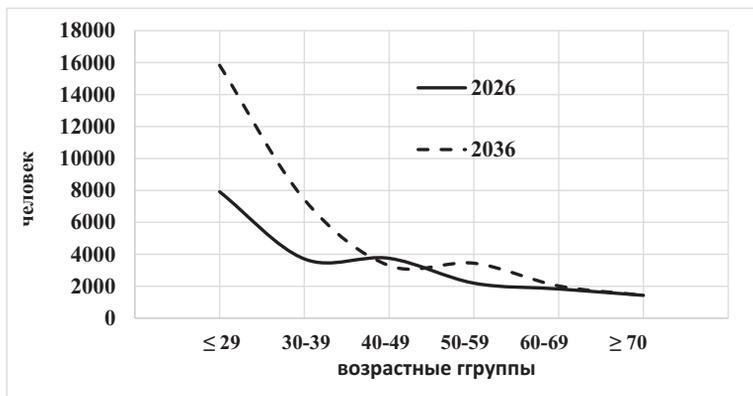


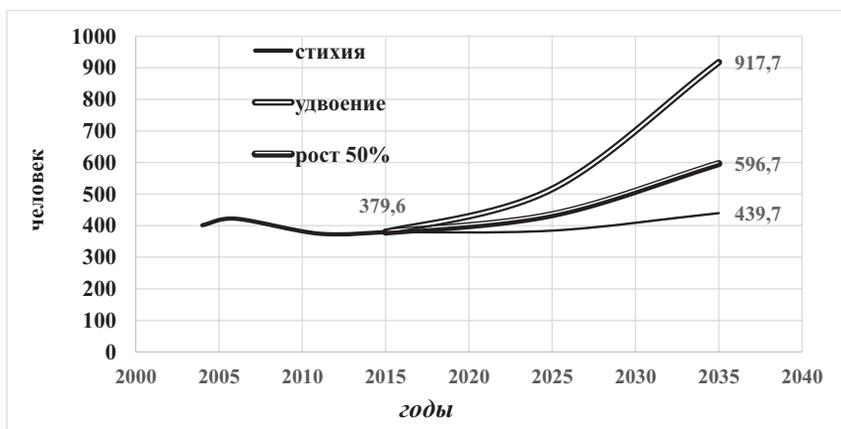
Рис. 34. Прогнозируемое изменение возрастного профиля исследователей Беларуси для сценария с удвоением притока молодежи каждые 10 лет

Представленные на рис. 34. изменения возрастной структуры для последнего сценария развития вряд ли можно считать оптимальными: при таком темпе наращивания прихода молодежи в течение всего периода прогнозирования будет нарастать дефицит наставников – представителей среднего и старшего поколения, что, конечно, затруднит становление молодежи в науке. Но в ситуации, которая сложилась к настоящему времени, этого нельзя избежать.

### Россия

В России ситуация с динамикой кадрового потенциала оказалась существенно лучше, чем в Беларуси и тем более, чем в Украине. Как видно из рис. 30, уже после 2007 года там практически прекратилось падение общей численности исследователей, а в последние пару лет даже наблюдается его некоторое (хотя и очень медленное) нарастание. В этой стране наблюдается существенно больший, чем в Украине приток молодежи в науку [10]. Однако рассчитанный нами прогноз, результаты которого представлены на рис. 35, демонстрирует, что при сохранении тенденций последнего десятилетия в России будет продолжаться весьма незначительное возрастание научных кадров и к 2036 году она по-прежнему будет существенно отставать по уровню научного обеспечения инновационного развития от уровня, который был у стран ЕС в 2013 году (на 22% от среднего значения по ЕС и на 39% от ФРГ).

Тем не менее, в отличие от Украины и Беларуси, даже для варианта не предполагающего существенных изменений политики по отношению к науке («стихия» на рис. 35), маловероятно дальнейшее уменьшение численности исследователей. В период с 2006 по 2015 произошел также некоторый рост возрастной группы «30–39»: она в 2015 году существенно превысила численность группы «≤ 29» за десятилетие до этого, что свидетельствует о дополнительном притоке в этот период ученых среднего поколения со стороны<sup>19</sup>.

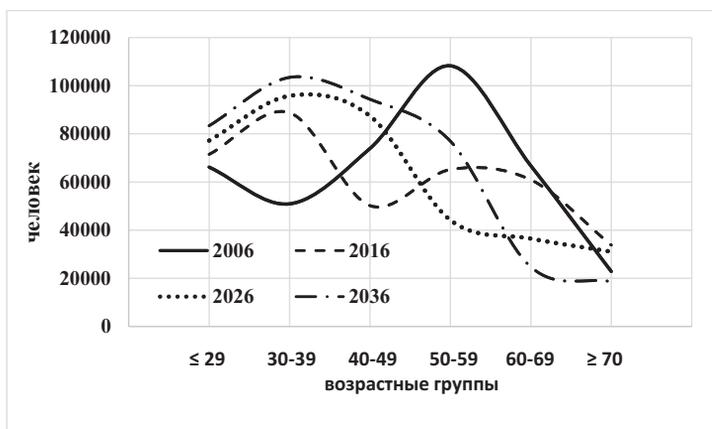


**Рис. 35.** Вероятная динамика численности исследователей России для разных вариантов политики по отношению к науке

Как и следовало ожидать, в отличие от Украины и Беларуси, при сохранении тенденций последнего десятилетия в России уменьшения кадрового потенциала не произойдет, однако, как видно из рис. 25., существенного роста численности также в ближайшие 10 лет не будет – некоторый ее рост произойдет только после 2025 года.

Интересно посмотреть, как при этом должна измениться возрастная структура исследовательского корпуса. На рис. 36 мы представляем результаты соответствующих расчетов, которые подтверждают, что даже такое совсем небольшое нарастание притока молодежи и привлечение со стороны ученых среднего возраста уже в течение десяти лет (а тем более двадцати) может очень существенно повлиять на эволюцию возрастного профиля исследователей.

<sup>19</sup> По-видимому, это результат переезда в Россию ученых из других постсоветских стран, в том числе и из Украины. В прогноз стихийного варианта мы закладываем и эту тенденцию, хотя надо признать, что уверенности в ее сохранении мало.



**Рис. 36. Прогноз эволюции возрастного профиля исследователей России для случая, когда сохранятся тенденции последних 10 лет.**

В кривой возрастного профиля уже к 2016 году практически исчезнет провал, соответствующий возрастной группе «40-49» лет, и в целом будет сформирован довольно близкий к «идеалу» профиль с максимумом, соответствующим наиболее продуктивному возрасту ученых.

И все же научное обеспечение инновационного развития будет оставаться недостаточным.

Как видно из рис. 37, более существенного нарастания кадрового потенциала российской науки можно достигнуть, если увеличивать приток молодежи в науку на 50 % за 10 лет (это соответствует приросту примерно 4,3 % ежегодно). На рис. 27 показано, как при этом будет изменяться возрастная структура исследователей: максимум, соответствовавший в 2016 году возрастной группе «30-39», естественно, каждые 10 лет будет сдвигаться вправо в более старшую возрастную группу. С отставанием на 10 лет за ним будет передвигаться минимум, обусловленный тем, что численность первой (самой младшей) группы в 2016 году была меньше, чем численность группы «30-39». Увеличение же группы «30-39» будет заметным только через 20 лет<sup>20</sup>. Численность же всех старших групп будет в течение этого периода только падать вследствие естественной смертности и ухода на пенсию<sup>21</sup>.

<sup>20</sup> Если бы расчет делался по пятилетним группам, то увеличение, конечно, можно было бы заметить несколько раньше.

<sup>21</sup> Считаем, что из обеих возрастных групп старше 60 лет в течение каждого десятилетия 40% их состава уходит на пенсию.



**Рис. 37. Прогноз эволюции возрастного профиля исследователей России для случая, когда каждые 10 лет приход молодежи будет прирастать на 50%, а уход из науки среднего поколения не будет превышать 10%.**

Ускорить ликвидацию минимума, соответствующего возрастным группам старше 30 лет, можно лишь за счет привлечения уже сложившихся ученых со стороны. В принципе, это и делается в странах, стремящихся скорее нарастить полноценно работающий научный потенциал – например, в Китае – путем стимулирования возврата на родину ученых-эмигрантов. Однако, следует заметить, что этот способ наращивания научного потенциала требует несравненно больших затрат, чем обеспечение его сохранения.

Можно рассчитать и много других вариантов эволюции кадрового потенциала науки для того, чтобы найти наиболее оптимальный из них для каждой конкретной страны. Но прежде всего нужно определиться с целями и конкретными параметрами этого потенциала, на которые необходимо в конечном счете выйти. Делать это, по нашему глубокому убеждению, следует на основе оценки динамики уровня научного обеспечения инновационного развития экономики.

## Раздел 4. Сравнение показателей уровня научного обеспечения инновационного развития

Для неискушенного читателя может остаться неясным, что, собственно, означают цифры, которые приводились выше. Ну, дескать, падает количество ученых, но так ли это страшно? Может, так и надо? Среди журналистов и некоторых не отличающихся достаточно высоким уровнем инновационной культуры политиков наших стран порой также можно услышать: «А нужна ли нам такая большая наука? Не следует ли нам – небогатой стране – «не пыжиться, а протягивать ножки по одежке»: ограничиться небольшим количеством исследовательских учреждений, в которых будет работать гораздо меньше исследователей, но зато при небольших общих затратах им можно будет обеспечить хорошую заработную плату, оборудование – это позволит им работать на более высоком уровне, может даже стать нобелевскими лауреатами?..»

В этой связи, следует напомнить, что живем мы отнюдь не в те времена, когда занятие наукой было уделом немногих, и было фактически их личным делом или даже просто неким хобби. Одни государи поддерживали этих любознательных искателей истины, другие не считали нужным это делать. Ведь поддерживали-то в основном из соображений престижа или собственной любознательности. В нынешнем же мире рассчитывать на серьёзное развитие своей экономики (а значит и на достойный уровень жизни своего народа) может только та страна, которая сумеет организовать *инновационное ее развитие*, основанное на производстве и эффективном использовании нового научного знания. Поэтому все передовые страны активно наращивают свою науку и огромное внимание уделяют развитию такой новой её отрасли, которая изучает механизмы организации быстрого практического использования нового научного знания и условия, необходимые для ускорения инновационного развития. Она получила название *инноватика*. Так вот специалисты в области инноватики пришли к убеждению, что без наличия собственной науки достаточно большая страна не может обеспечить своего инновационного развития. Ей крайне трудно будет даже организовать масштабное освоение новых технологий, разработанных за рубежом. Для оценки уровня научного обеспечения инновационного развития страны было предложено использовать *численность исследователей, которая приходится на один миллион её населения*. Как уже отмечалось, сегодня этот показатель рассчитывается во всем мире и фиксируется в международных базах данных, приводится в обобщающих докладах ЮНЕСКО (см., например, [1]), он активно используется аналитиками при сравнении возможностей инновационного развития разных стран и регионов.

Естественно поставить вопрос, как оценить нынешнее состояние кадрового потенциала в каждой из стран – много это или мало. По нашему глубокому убеждению, наиболее универсальным показателем, который позволяет сделать такие оценки, независимо от масштабов страны, и является

число исследователей, приходящееся на 1 миллион населения. Его вполне можно считать *мерой возможности научного обеспечения* инновационного развития страны.

Напомним, что к 2015 году Россия сохранила 3084,6 исследователей на 1 млн. населения, Беларусь – 1779, Украина – 1191. В то же время в среднем же по ЕС (на 2013 год) – 3388,3, Германия – 4355,4, США – 3 984,4[3]. При этом руководство ЕС неоднократно официально заявляло, что для ускорения инновационного развития данного количества ученых совершенно недостаточно и потому делаются шаги для привлечения в страны Европы ученых из зарубежных стран. Таким образом, можно констатировать заметное отставание научного обеспечения инновационного развития всех трех названных стран, особенно значительное для Беларуси и Украины. Если провозглашаемая многими ориентация на инновационное развитие действительно должна быть осуществлена, то это ставит перед государствами *проблему восстановления научного потенциала* для потребностей такого развития и основным параметром, к которому при этом нужно стремиться – это выход на хотя бы средневропейский уровень численности исследователей, приходящихся на миллион населения.



Рис. 38. Возможная эволюция численности исследователей в расчете на 1 млн. населения для Украины<sup>22</sup>

На рисунках 38, 39 и 40 представлены результаты расчетов изменения числа исследователей в трех странах для двух вариантов развития – для случая, когда никаких изменений в государственной политике по отношению к науке не произойдет (сплошные кривые), и как может наращиваться этот показатель, в течение 20 лет, если будет обеспечено увеличение притока молодежи в масштабах, которые авторы считают наиболее оптимальными для

<sup>22</sup> Расчет прогноза делается на основе данных до 2015 года, т.к. с 2016 года Госстат Украины перешел на исчисление численности исследователей по иной методике, что делает эти данные несопоставимыми с предыдущими.

того, чтобы достигнуть за этот период уровня научного обеспечения инновационного развития, близкого к европейскому.

Эти масштабы оказываются различными. Для Украины, которая допустила беспрецедентное уничтожение своей науки, достигнуть европейского уровня за двадцатилетний период можно только при условии, что прирост прихода молодежи в возрасте до 30 лет будет составлять 15% ежегодно. Причем, как показано в [8], если не предпринять кардинальных мер по улучшению условий жизни и работы работников науки безотлагательно, то даже и при таком форсированном и довольно трудно осуществимом наращивании пополнения науки молодежью за 20 лет этого достигнуть не удастся. Откладывание таких мер на 4 – 5 лет отодвинет достижение этой цели еще на несколько десятилетий.

Если же в политике украинского государства по отношению к науке ничего не изменится, то к 2035 году Украина окажется в числе стран с минимальным научным обеспечением инновационного развития таких как государства Карибского бассейна, Южной Азии и т.п.



Рис. 39. Возможная эволюция численности исследователей в расчете на 1 млн. населения для Беларуси<sup>23</sup>

Несколько более оптимистично выглядят перспективы наращивания кадрового потенциала науки в Беларуси. Как видно из рис. 39, для выхода в течение ближайших 20 лет на современный уровень стран ЕС белорусской науке достаточно обеспечить прирост прихода молодежи в ее ряды на 8% ежегодно. Если же сохранятся тенденции последнего десятилетия, то к 2036

<sup>23</sup> В связи с тем, что официальная статистика Беларуси и России предоставляет данные о возрастной структуре исследователей только по группам «шириной» 10 лет, расчет для Беларуси и России пришлось производить по 10 летним циклам, что обеспечивает несколько меньшую точность, чем по 5-летним, как это делалось для Украины. Но для оценки ситуации и общих перспектив эта точность представляется нам вполне достаточной.

году научная обеспеченность инновационного развития в этой стране станет в 2,12 раза ниже, чем в России даже если последняя не будет предпринимать никаких дополнительных усилий для наращивания кадрового потенциала (в 2016 году оно была ниже в 1,42 раза).

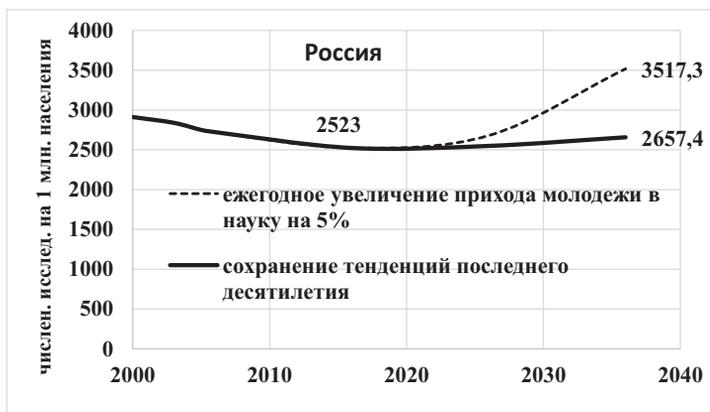


Рис. 40. Возможная эволюция численности исследователей в расчете на 1 млн. населения для России<sup>24</sup>

Для того, чтобы в течение ближайших 20 лет превысить среднее значение численности исследователей на 1 млн. населения в 2013 году в странах ЕС российской науке достаточно обеспечить ежегодно пятипроцентный прирост прихода молодежи в науку – разумеется при условии эффективных мер, направленных на закрепление ученых в науке.

На рис. 41. представлено сравнение рассчитанных нами прогнозов уровня научного обеспечения инновационного развития для трех стран для случая, если в политике их государств по отношению к науке ничего не изменится и в ближайшие 20 лет в эволюции кадрового потенциала науки сохранятся те же тенденции, которые имели место в предыдущее десятилетие. Как видим, несмотря на существенные различия: разные темпы падения потенциала для Украины и Беларуси, а для России – даже некоторый рост этого показателя, ни одна из них в течение ближайших 20 лет не только не выйдет даже на средневропейский уровень (не говоря уж об уровне передовых стран). А учитывая, что, вне всякого сомнения, значение этого показателя в Европе за это время существенно возрастет, можно с уверенностью утверждать, что отставание всех этих стран по научному обеспечению инновационного развития значительно увеличится.

Думается, что выход за двадцать лет на показатель приближающийся к численности примерно 3,5 тысячи исследователей на миллион населения – примерно соответствующий нынешнему состоянию в среднем по странам ЕС

<sup>24</sup> См. примечание 4.

– это цель, которую можно и нужно ставить сегодня на ближайшие десятилетия.

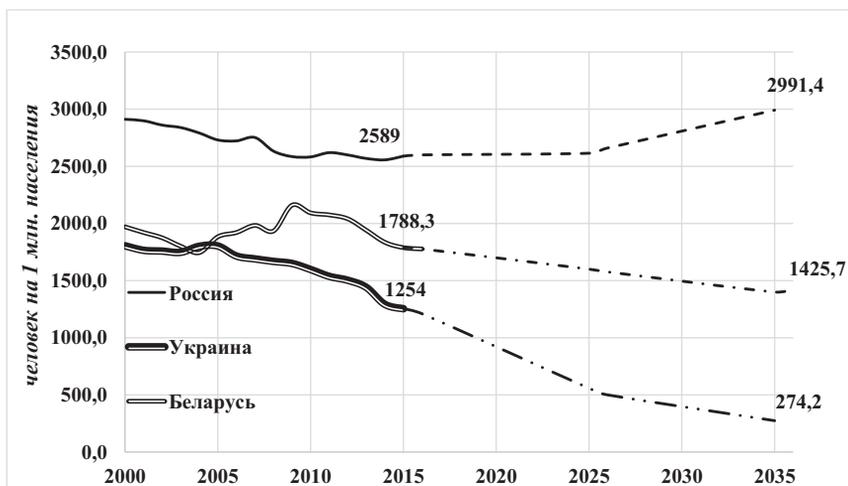


Рис. 41. Прогноз изменения численности исследователей трех стран для случая, когда сохраняются тенденции последнего десятилетия

Именно как варианты выбора путей достижения этой цели и выбирались разные темпы наращивания притока молодежи в науку в данной работе – варианты, различие которых обусловлено различной ситуацией, сложившейся к сегодняшнему дню в названных странах. Наибольших темпов – удвоения такого притока за пятилетие – требует критическая ситуация с кадровым потенциалом науки, сложившаяся в Украине, более умеренных темпов – удвоения за 10 лет – для Беларуси и еще более легко достижимых – увеличения притока молодежи в полтора раза за 10 лет – для России.

На рис. 42. представлен прогноз изменения уровня научного обеспечения инновационного развития трех стран именно для такого варианта развития. Напомним, что наши расчеты не претендуют на большую точность, ведь здесь немало допущений, которые могут и не состояться в действительности: например, уход из науки ученых среднего поколения не превышающий 1% в год – это трудно достижимое ограничение. Тот факт, что мы исходили из допущения, что в течение 20 лет не изменится численность населения и в неизменном виде сохранится уровень смертности также вносит дополнительные источники возможных погрешностей. Но мы убеждены, что общие тенденции в наших прогнозах отражены верно, и тот факт, что для обеспечения инновационного развития экономики, по крайней мере в Украине и в Беларуси, ситуация требует решительных и безотлагательных правительственных мер по восстановлению и наращиванию кадрового потенциала науки, не вызывает сомнения.



Рис. 42. Прогноз динамики численности исследователей для одного из вариантов наращивания прихода молодежи в науку для трёх стран

Выбор темпов прироста и комбинаций ухода из науки ученых разных возрастов может быть и иным. Но несомненно, что здесь необходима целеустремленная политика государства: к настоящему времени сложилась ситуация, при которой совершенно недопустимо пустить эти процессы на самотек.

Понятно, что осуществление предлагаемого пути наращивания кадрового потенциала науки приведет к значительным изменениям возрастного профиля ученых. Как видно из рис. 9, 34, 37 и 43, произойдет весьма существенное «омоложение науки»: в частности, в России примерно 64,6% исследователей окажется моложе 40 лет, в Беларуси таковых будет где-то 74 %, а в Украине 87 %. Вряд ли такие обедненные старшими поколениями профили научных коллективов можно считать оптимальными. В них, конечно, будет ощущаться дефицит опыта и преемственности. Возможно, это не очень отразится на развитии некоторых новейших направлений, но во многих традиционных, несомненно сыграет отрицательную роль. В частности, в известной степени может быть потеряна культура научной дискуссии, складывавшаяся в течение многих десятилетий атмосфера научной жизни.

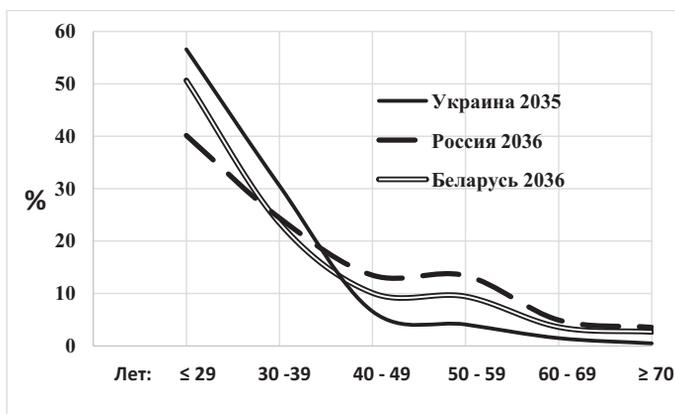


Рис. 43. Возрастные профили исследователей через 2 десятилетия как результат проведения предлагаемой политики

Но существенно изменить эти тенденции, по-видимому, у нас нет шансов. Несколько сгладить ситуацию смогут те страны, которым удастся привлечь ученых из-за рубежа, в частности, путем возвращения эмигрировавших. Но, как подсказывает мировой опыт, это дело не простое и намного более дорогостоящее, чем те средства, которые удалось сэкономить за счет снижения финансирования науки.

Оговоримся, что для любого рассмотренного здесь варианта наращивания кадрового потенциала науки предполагается осуществление на государственном уровне *комплекса мер, направленных на закрепление исследователей в учреждениях науки*. Мы не анализируем этих мер в этой работе, они могут быть, например, такими, какие предлагает осуществить председатель Президиума НАН Беларуси В.Г.Гусаков ([25] – стр. 38) или, быть может, несколько иными, но в любом случае в расчеты закладывается, что не допускается ухода из науки более 5% ученых в возрасте до 59 лет 35% - от 60 до 69 лет, 50% – старше 70 лет (за пятилетие для Украины и за десять лет для России и Беларуси)<sup>25</sup>.

<sup>25</sup> В соответствии с возрастным интервалом, который дает официальная статистика каждой из стран для возрастной структуры исследователей.

## **Раздел 5. Возможности оптимизации возрастной структуры исследователей**

Для того, чтобы разумно регулировать внешние факторы, которые могут повлиять на возрастную структуру кадрового потенциала науки, необходимо знать, к чему следует стремиться. На этот счет высказываются разные мнения, порой прямо противоположные. Для одних авторов основным критерием оптимизации является представление о том, что членами научного коллектива должны являться только ученые, пребывающие в наиболее продуктивном возрасте, для других – гармоническое сочетание разных возрастных групп.

При этом можно исходить как из поиска условий для оптимальной производительности и творческой отдачи отдельного ученого, так и ставя основной целью максимальной отдачи и жизнеспособности коллектива в целом. Наиболее плодотворным в этом плане представляется предложенный Б.А.Малицким принцип фазовой динамики ролевых функций исследователя в научном коллективе [24], о котором уже говорилось выше. Он базируется на осознании того, что ученый на своем творческом пути выполняет три разных функции: накопление знаний, производство нового знания, передача (практическая реализация) знания.

Все они могут в известной степени осуществляться одновременно. Но если вначале его научной карьеры преобладает первая функция – молодой исследователь начинает научный поиск, одновременно осваивая то, что сделали до него другие, приобретая практические навыки, выработанные в научной школе, в состав которой он входит, то в дальнейшем преобладающей функцией для него становится собственно научный поиск. При этом с возрастом и накопленным опытом все более усиливается его роль как наставника для «неофитов». Нередки и случаи, когда последняя эта функция становится преобладающей, хотя трудно представить себе ученого, который бы «остановился» и полностью прекратил бы творческое участие в производстве нового научного знания.

Важно понять, что все эти функции не просто полезны, а органически присущи и совершенно необходимы нормально работающему и развивающемуся научному коллективу, хотя это и не всегда это осознают отдельные ученые (особенно в молодости), а иногда и организаторы науки. В научных коллективах с высоким уровнем культуры научной дискуссии и этики такая фазовая динамика в значительной степени складывается автоматически и довольно безболезненно, хотя и в этом случае многое зависит от мудрости их руководителя, его умения тактично регулировать этот процесс. Но во многих случаях управление им требует немалых усилий, в том числе и административно-управленческих. Немалую роль может и должно сыграть при этом формирование оптимальной возрастной структуры исследовательских групп и научного института в целом. Однако прежде всего следовало бы оценить, к чему нужно стремиться – какую возрастную структуру можно считать оптимальной.

## **Поиск «эталона»**

Попытки предложить такую возрастную структуру исследователей, которую можно было бы считать оптимальной и к которой следовало бы стремиться посредством различных внешних воздействий на научную систему предпринимались неоднократно. Так, Б.А. Малицкий предложил формулу расчета оптимальной возрастной структуры научного коллектива исходя из анализа фазового баланса ролевых функций представителей разных возрастных групп [24], а также использовать для его регулирования систему аттестации кадров. При этом возрастная группа до 30 лет должна была составлять 21% общей численности. С.А.Кугель и П.Б.Щелищ считали оптимальной возрастную структуру, в которой ученые в возрасте до 36 лет составляют более 40 % [26] (см. также рис. 22).

Но нельзя не признать того факта, что возрастная структура исследователей не может быть совершенно одинаковой на разных стадиях развития научного потенциала – и для случая его стремительного наращивания, и для варианта стабилизации их численности.

Мы попытались представить себе некий эталон целесообразной возрастной структуры из следующих соображений. На основе имеющегося опыта организации научных коллективов представляется желательным, чтобы в среднем каждый из представителей старших возрастных групп имел примерно двух учеников – аспирантов или соискателей, или просто работающих под его научным руководством младших коллег. Если это выполняется, то численность более молодой группы должна быть вдвое больше, чем та, к которой он принадлежит (заметим, что это примерно соответствует той структуре, которую в [25] названо «модель»).

Приняв численность группы « $\geq 70$ » за единицу, получаем ряд чисел, представленных в таблице 13 в строке «условных единиц», затем вычисляем, какой процент составляет каждое из них от их суммы (строка «процент» в таблице 13).

*Таблица 13.*

### **Конструирование «эталона»**

<b>Возрастная группа</b>	<b><math>\leq 29</math></b>	<b>30-39</b>	<b>40-49</b>	<b>50-59</b>	<b>60-69</b>		<b>сумма</b>
<b>Условных единиц</b>	32	16	8	4	2	1	63
<b>процент</b>	50,8	25,4	12,7	6,3	3,2	1,6	100
<b>Украина 2025</b>	41,8	22,6	14,4	9,9	7,5	3,8	100
<b>Украина 2030</b>	52,11	28,2	8,66	6,85	3,44	0,74	100
<b>Украина 2035</b>	62	24	7,1	4,6	1,72	0,58	100

Несмотря на то, что разбивка на пятилетние возрастные группы позволяет получить более точный прогноз, здесь мы исходим из возрастной структуры, представленной группами «шириной» 10 лет, т.к. не имеем соответствующих

данных для России и Беларуси, а хотим получить сравнимые результаты. Конечно, рассматривая более «широкие» возрастные группы, мы теряем некоторые подробности, к примеру, тот факт, что внутри группы « $\leq 29$ » присутствует группа « $\leq 24$ », численность которой всегда гораздо меньше, чем группы «25-29». Тем не менее, есть основания считать, что общая картина соотношения между старшим и младшим поколениями будет отражена верно.

Три нижних строки в таблице 13. представляют выраженные в процентах прогнозы возрастных профилей исследователей Украины для случая, когда будет обеспечен прирост молодежи 15% ежегодно.

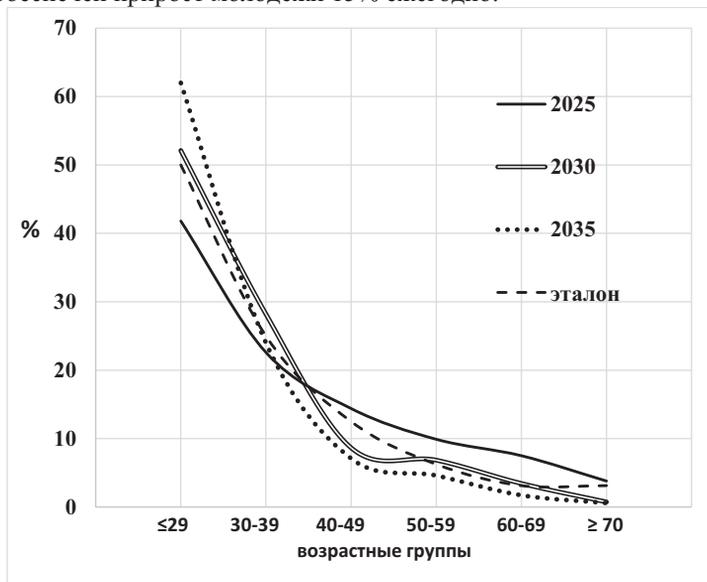


Рис 43. Сравнение эволюции возрастного профиля исследователей Украины с «эталонном» для форсированного нарастания привлечения молодежи в науку

Как видим, даже в этом случае к 2025 году прогнозируется существенно меньшая доля молодых исследователей, чем предполагает «эталон», в 2030 году должно произойти почти-что совпадение прогнозируемого профиля с «эталонном» (за исключением небольшого, едва заметного максимума, соответствующего возрастной группе «50-59»). И только к 2035 году доля молодежи существенно превысит «эталонную».

Обращает на себя внимание тот факт, что кривая нашего «эталонного» профиля очень похожа на кривую, построенную по «модели», предложенной Кугелем и Щельшем [25], которую мы представили на рис. 22. Различия только в том, что в последней чуть выше доля самой старшей возрастной группы. Такое подобие профилей, построенных, исходя из совершенно различных предположений, в разное время и для очень отличающихся ситуаций с развитием науки, заставляет задуматься. Во всяком случае, оно может служить некоторым оправданием для нашей гипотезы, что данный, по

сути, довольно произвольно выбранный «эталон» может служить некой исходной позицией при поиске путей оптимизации возрастной структуры научных работников.

Несомненным представляется также тот факт, что в нормально развивающемся научном коллективе численность каждой из возрастных групп должна быть больше, чем численность более старшей группы. Как видим из рис. 43, это условие в основном выполняется для возрастных профилей исследователей Украины, прогнозируемых для случая ежегодного прироста молодежи на 15%. Наиболее близким к «эталону» будет профиль 2030 года. Продолжение дальнейшего наращивания притока молодежи в том же темпе приведет к тому, что преобладание самых младших возрастных групп станет намного большим, что вряд ли желательно.

Рассмотрим вариант развития, при котором, начиная с 2030 года, приток молодежи стабилизируется.

### ***Возможные пути регулирования возрастного профиля***

Мы не станем утверждать, что предлагаемый «эталон» является самым оптимальным, но выберем его в качестве некоторого ориентира, от которого можно отталкиваться. Тем более, что примерно такой возрастной профиль автоматически складывается в быстро растущих научных коллективах (во всяком случае для исследуемых нами стран при нынешней ситуации с возрастной структурой исследователей). Но столь быстрое нарастание, какое необходимо осуществить для восстановления утерянного научного потенциала, не может продолжаться вечно<sup>26</sup>. Рано или поздно научная система должна придти к более стабильному состоянию, при котором постоянный приток молодежи в науку будет стабильным.

В качестве первого приближения к такому состоянию рассмотрим случай, когда пятнадцатипроцентный ежегодный прирост молодежи в науку Украины на уровне 15 % ежегодно будет продолжаться только до 2030 года, а в последующие годы будет оставаться неизменным. Результаты соответствующих этому случаю расчетов представлены в таблице 14 (при этом принимаем, что до 50 лет уход из науки составляет только 5 % за пятилетие для возрастных групп от 30 до 59 лет, 35 % – для группы «60-64»Ю 50 % - для «≥ 70»).

Таблица 14.

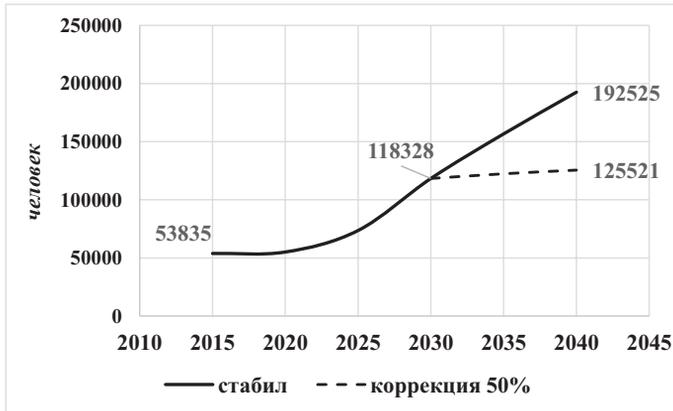
### **Прогноз для случая стабилизации молодежного пополнения на ровне 2030**

		Г.										
	≤ 24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	≥70	
<b>2025</b>	6493	24160	11316	5317	5609	4975	3909	3399	3455	2068	2838	
<b>2030</b>	13060	48594	22760	10597	4953	5295	4566	3538	2057	2019	869	

<sup>26</sup> Вспомним знаменитую дискуссию Г.М.Доброва [21] с Прайсом (D. Price [28]) о неизбежности «сатурации научного потенциала» - она возникла тогда, когда, анализируя темпы стремительного нарастания численности ученых, некоторые авторы пытались всерьез оценить, в каком году все население земного шара станет исследователями.

<b>2035</b>	13060	48594	45779	21314	9872	4586	4860	4132	2140	1202	1133
<b>2040</b>	13060	48594	45779	42871	19856	9144	4209	4398	2500	1251	863

Заметим, что при этом варианте развития численность исследователей будет продолжать расти, хотя и не столь высокими темпами, как до 2030 года (это демонстрирует график, представленный на рис. 44. сплошной линией)



**Рис.44.** Прогноз динамики численности исследователей Украины для случая стабилизации притока молодежи с 2030 года (а также при уходе за 5 лет 50% в возрасте 29 – 39 лет)

Соответствующую данному варианту развития эволюцию возрастного профиля исследовательского корпуса иллюстрирует рис. 45. Как и следовало ожидать, он демонстрирует последовательное расширение области максимальных значений в сторону старших возрастных групп. Такой возрастной профиль представляется довольно плодотворным, но вопрос, соответствует ли он оптимальному и может ли поддерживаться в течение достаточно длительного времени остается открытым.

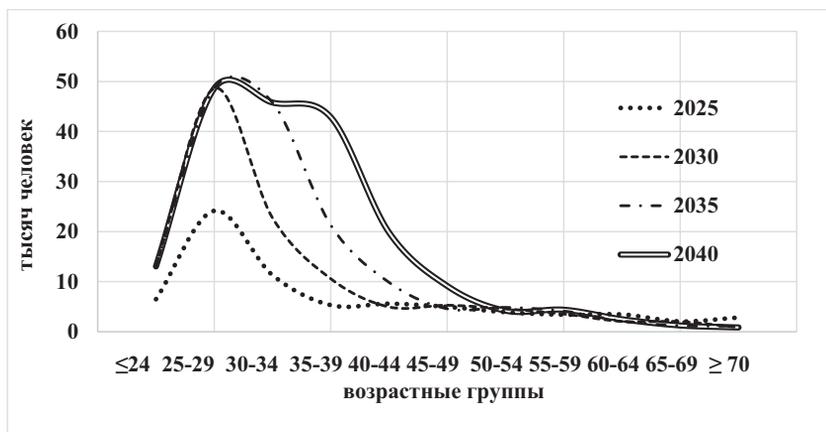


Рис. 45. Прогноз эволюции возрастного профиля исследователей Украины для случая, когда ежегодный 15-процентный прирост дохода молодежи будет продолжаться до 2030 года и стабилизируется на достигнутом уровне в последующие годы

Для удобства сравнения с «эталон» представим профили 2035 и 2040 гг. по десятилетним возрастным группам (см. таблицу 15).

Таблица 15.

**Сравнение прогноза эволюции возрастных профилей исследователей Украины на 2035 и 2040 годы с эталоном (10-летние возрастные группы)**

	≤ 29	30-39	40-49	50-59	60-69	≥70
<b>2040</b>	61654	88650	29000	8607	3751	863
<b>2040- %</b>	32	46	15,1	4,5	1,9	0,5
<b>2035</b>	61654	67093	14458	8992	3342	1133
<b>2035- %</b>	39,4	42,8	9,2	5,7	2,2	0,7
<b>эталон</b>	50	25	12,5	6,25	3,125	3,125

На рис. 46. Это сравнение представлено более наглядно для 2035 года (именно для того, чтобы четче показать разницу, мы отказались в этом случае от сглаживания при построении графиков).

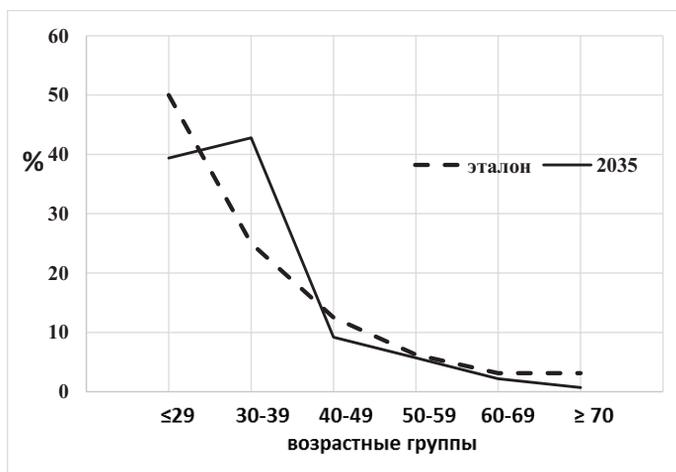


Рис. 46. Сравнение с «эталон» возрастного профиля исследователей Украины, прогнозируемого на 2035 год для случая ежегодного увеличения притока молодежи на 15% до 2030 г. и стабилизацией его после этого (табл. 15).

Как видим, наибольшее различие прогнозируется для возрастной группы от 30 до 39 лет – она вырастет почти до 43 процентов, в то время как в эталонном профиле составляет только 25 %. Это означает, что достаточно безболезненно с точки зрения фазового баланса ролевых функций ученых разного возраста в исследовательских коллективах можно было бы (именно в этой ситуации!) не препятствовать (а может и стимулировать) переход из науки в промышленность части ученых этого возраста. Попробуем рассчитать, как это повлияло бы на общий прогноз.

Для этого произведем расчет, аналогичный тому, который был выполнен для получения данных, приведенных в таблице 15, с той разницей, что в него для групп от 30 до 39 лет уход из вместо закладывался уход из науки 50% за пятилетие (вместо 5 %); для группы «40-44» - 20 % (вместо 5%); с 45 до 69 лет – 10 % (вместо тех же 5%); с 60 до 69 лет – 40 % (вместо 35%), а для «≥ 70» – 50% (как и в предыдущем расчете). Соответствующие множители приведены в таблице 16 в строке «*мл.*».

Таблица 16.

**Расчет варианта эволюции возрастного профиля исследователей Украины для случая «протока» кадров**

	≤ 24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	≥70
<b>2030</b>	13060	48594	22760	10597	4953	5295	4586	3538	2057	2019	869
<b>мл.</b>	1,0	1,0	0,5	0,5	0,8	0,9	0,9	0,9	0,6	0,6	0,5
<b>2035</b>	13060	48594	24094	11218	8314	4346	4604	3915	1976	1110	1133
<b>2040</b>	13060	48594	24094	11875	8801	7295	3779	3947	2186	1066	824

Сведенные в таблицу 16 результаты такого расчета возрастных профилей показаны на рис. 47.

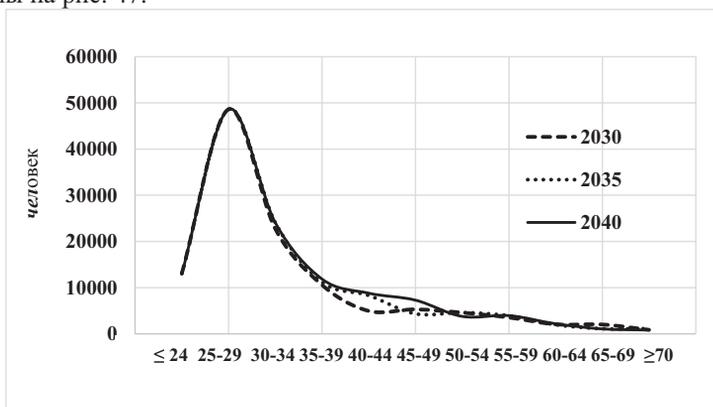


Рис. 47. Возрастные профили исследователей Украины для случая «протока» кадров через науку

Интересно, что при такой коррекции ухода исследователей из науки эволюция возрастного профиля кардинально отличается от представленной на рис. 45: если там максимум, соответствующий возрастной группе 25 – 29 лет со временем расширяется и занимает к 2040 году диапазон от 29 до 39 лет, то в данном случае профиль остается практически неизменным – некоторые отличия заметны только то 39 до 49 лет. Как можно видеть из рис. 44. (пунктирная кривая), такой вариант коррекции ухода исследователей из науки соответствует стабилизации не только возрастного профиля, но и практически приводит почти к стабилизации общей численности исследователей – за 10 лет она увеличивается только на 6 %.

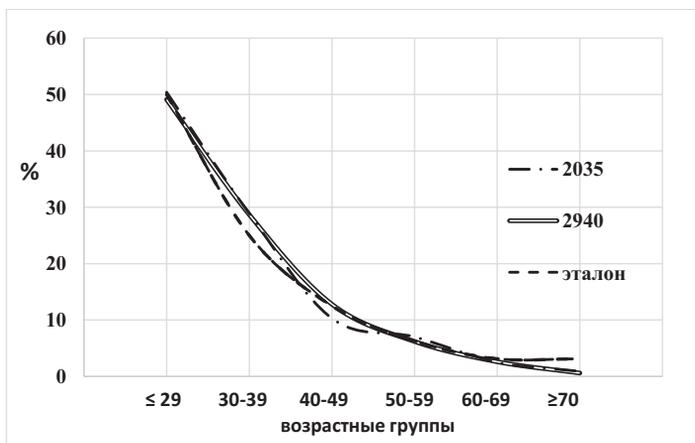


Рис. 48. Сопоставление возрастных профилей, получающихся в результате коррекции ухода (таблица 16), эталону (Украина)

Как видно из рис. 48, возрастные профили для этого варианта коррекции ухода из науки (пересчитанные для десятилетних возрастных групп) практически совпадают с «эталонном». Таким образом, если стоит задача приблизить возрастную структуру к оптимальной и при этом стабилизировать кадровый потенциал науки, то именно такой вариант коррекции может быть рекомендован – то есть вариант, при котором обеспечивается непрерывный «проток» людей через науку. Масштабы такого протока можно и нужно регулировать, подбирая соответствующие множители в таблице 16 в зависимости от поставленной цели (заданные темпы роста численности или стабилизация численности). Но не подлежит сомнению, что без организации такого (или количественно несколько иного) «протока» кадров через науку стабилизировать возрастную структуру исследователей невозможно.

Произведем аналогичные оценки для Беларуси. Не имея данных о возрастной структуре белорусской науки по пятилетним возрастным группам, мы не можем построить для этой страны профили, аналогичные рис. 45 и 47, но сравнение с предложенным «эталонном», подобное рис. 46 и 48, также достаточно информативно и показательно.

В таблице 17 представлены выполненные по нашей методике расчеты возрастной структуры исследователей Беларуси для случая, если до 2036 года прирост молодежи в науку будет увеличиваться ежегодно на 8 %, а после этого стабилизируется. При этом принимается, что от 40 до 59 лет из науки не уходит не более 5% исследователей за десятилетие, и каждые 10 лет, вследствие ухода на пенсию, возрастная группа «60-69» лет уменьшается на 35 %, а группа старше 70 лет – на 50 %.

В нижней строке таблицы представлен возрастной профиль 2046 года в процентах от общего количества исследователей, а на рис. 49 – его сравнение с «эталонном».

*Таблица 17.*

**Прогноз изменения возрастной структуры исследователей Беларуси при стабилизации притока молодежи на уровне 2036 года**

годы	Возрастные группы						сумма
	≤ 29	30-39	40-49	50-59	60-69	≥70	
<b>2026</b>	8547	3959	3752	2195	1832	1193	21478
<b>2036</b>	18452	8547	3697	3444	1313	981	36423
<b>2046</b>	18452	18452	7957	3392	2060	1147	51460
<b>2046 в %</b>	35,8	35,8	15,5	6,6	4,1	2,2	100

Как видим, он (также, как и рис. 46. для Украины) демонстрирует избыток по сравнению с «эталонном» возрастной группы «30-39» лет, который можно попытаться корректировать.

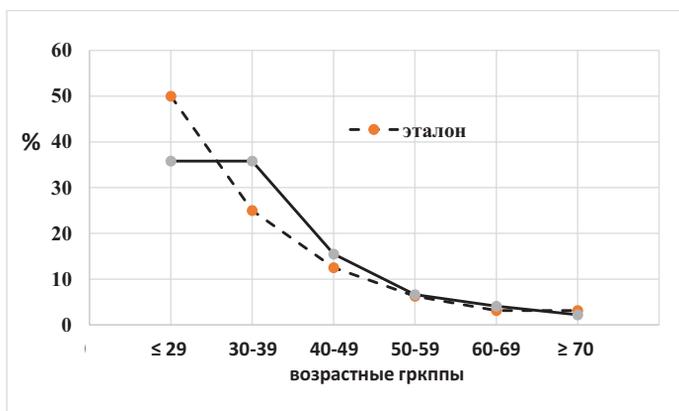


Рис. 49. Сравнение прогнозируемого на 2046 год возрастного профиля исследовательского корпуса науки Беларуси для случая, если после 2036 года прекращается приток прихода молодежи

Выберем для коррекции следующую последовательность процента ухода из науки возрастных групп: «30-39» – 50 %; «40-49» – 30 %; «50-59» – 10 %; «60-69» – 40 %; «≥ 70» – 50 % (соответствующие множители, применяемые в расчете, представлены строчкой «*ми.*» в таблице 18). В строчке «2046 корр.» этой таблицы представлены результаты произведенных с их использованием расчетов.

Таблица 18.

**Прогноз возрастной структуры исследователей Беларуси в 2046 году в условиях организованного соответствующей политикой «протока» кадров через науку**

	≤ 29	30-39	40-49	50-59	60-69	≥70	сумма
<i>ми.</i>	1	0,5	0,7	0,9	0,6	0,5	
<b>2046 корр.</b>	18452	9226	5863	3214	1901	1147	39803
%	46,4	23,2	14,7	8	4,8	2,9	100

Представленное на рис. 50 сравнение результатов полученного расчета с «эталонном» демонстрирует довольно хорошее их совпадение.

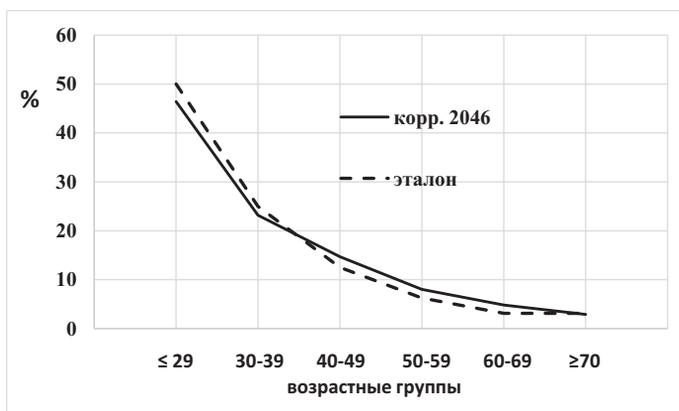


Рис. 50. Сравнение с «эталон» прогнозируемой возрастной структуры исследователей Беларуси в 2046 году для случая рационально организованного «протока» кадров через науку

Естественно, что подобная коррекция, т.е. организация «протока» кадров через науку отразится на наращивании общей численности исследователей. Это хорошо видно из рис. 51, построенного по результатам расчета описанного варианта коррекции. Однако нарастание этой численности в этом случае все равно продолжится, хотя и гораздо меньшими темпами. Понятно, что, если нужно стабилизировать научный потенциал, интенсивность «потока» нужно несколько увеличить по сравнению с вариантом, предложенным в таблице 18, но даже в этом случае Беларусь выходит на общую численность исследователей 39803 чел., что соответствует 4189,8 тыс. на 1млн населения (если, конечно сохранится его нынешняя численность) – показателю научного обеспечения инновационного развития близкому к передовым странам Европы.

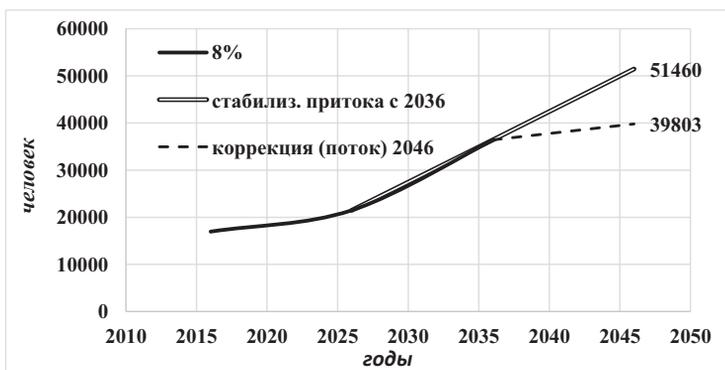


Рис. 51. Возможные изменения общей динамики численности исследователей Беларуси при стабилизации пополнения науки молодежью и при организации «протока» специалистов через науку.

Аналогичные расчеты произведены и для России. Придя к выводу, что представленные в разделе 3. (рис.37 и рис. 40) темпы роста притока молодежи в науку России, все же недостаточны, мы построили прогноз для варианта, в котором ежегодный прирост молодежи составил бы 8 % (что соответствует увеличению возрастной группы «≤ 29» в 1,79 раза за 10 лет). При этом было принято, что каждая возрастная группа от 30 до 59 лет теряет каждое десятилетие 10 % своего состава (т.е. менее 1% в год).<sup>27</sup> Для возрастной группы «60-69» принималось, что за 10 лет 35 % ее состава уходит на пенсию, а из группы «≥70» – 50 % – т.е. считаем, что для этих возрастов сохранятся примерно те же тенденции, которые наблюдались в последнее время.

На рис. 52. представлена эволюция возрастного профиля, соответствующая данному варианту прогноза. Как видим, тенденция здесь та же, что и на рис. 37. Общая закономерность, которую нельзя не заметить, состоит в том, что по мере нарастания притока молодежи в науку возрастной профиль становится все более близким к тому, который мы назвали «эталонном».



**Рис. 52. Прогноз эволюции возрастного профиля исследовательского корпуса России при ежегодном приросте молодежного пополнения на 8 %**

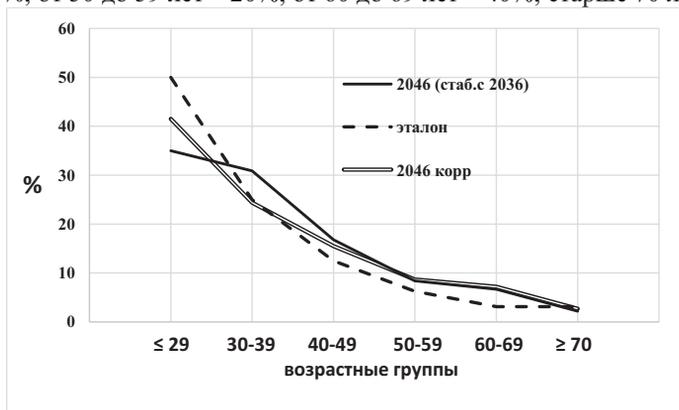
Однако на данном рисунке представлен еще и случай, когда прирост молодежи стабилизируется на уровне, который будет достигнут в 2036 году (штрих-пунктирная линия)<sup>28</sup>. Как видим, стабилизация молодежного пополнения ведет к существенным отклонениям возрастного профиля от характерного для быстрорастущей науки.

<sup>27</sup> Исходя из того, что крайне маловероятно, что удастся создать условия, при которых всего 5% за десятилетие будет уходить из науки, как это принималось ранее.

<sup>28</sup> Конечно, такая стабилизация может быть задана и гораздо ранее, но в любом случае она имеет смысл только тогда, когда приток молодежи станет достаточно большим.

Поначалу, это даже может радовать: растет доля работников, относящихся к наиболее продуктивному возрасту. Но в дальнейшем, если не будет организовано «протока» кадров через науку, неизбежно будет возрастать средний возраст исследователей. Процесс этот многократно усиливается, если пополнение будет уменьшаться (что, собственно, и произошло во многих постсоветских странах).

Более наглядно отклонение от «эталона» демонстрирует рис. 53, на котором возрастной профиль исследователей, прогнозируемый на следующее десятилетие после начала стабилизации пополнения, представлен в процентах. На том же рисунке представлен также профиль, который может получиться при следующем варианте коррекции ухода из науки: от 30 до 49 лет – 30%; от 50 до 59 лет – 20%; от 60 до 69 лет – 40%; старше 70 лет – 50%.



**Рис. 53.** Сравнение с «эталон» возрастных профилей исследователей России, прогнозируемых на 2046 г. при стабилизации притока молодежи на уровне 2036 г. – с коррекцией ухода и без неё

Как видим, данный вариант коррекции приводит к гораздо большей близости с «эталон», хотя и не к полному совпадению с ним. Можно подобрать комбинацию соответствующих коэффициентов таким образом, что совпадение будет намного более полным, но это не единственный критерий оптимальности. В частности, принципиально важно, как коррекция (т.е. интенсивность протока кадров через науку повлияет на общую численность исследователей.

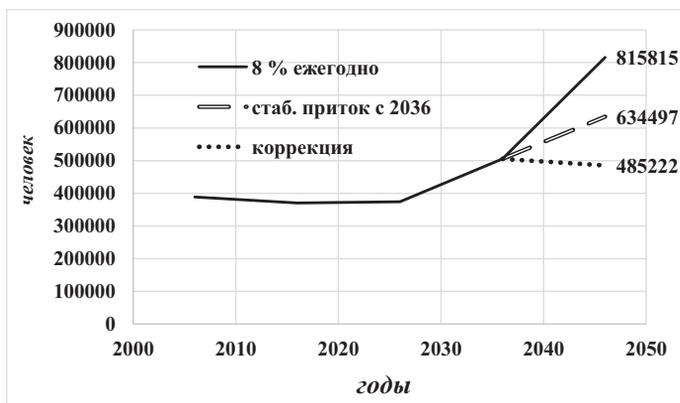


Рис. 54. Прогноз изменения численности исследователей России для разных вариантов политики по отношению к науке

Как видим из рис. 54, при данном варианте коррекции практически достигается не только определенное приближение к эталонному возрастному профилю, но и стабилизация численности исследователей при сохранении неизменным молодежного пополнения на уровне 2036 года<sup>29</sup>. И то и другое требует «потока кадров через науку» – стабильная возрастная структура исследователей в любой стране возможна лишь в том случае, когда часть из них, приобретая в научных коллективах высокую квалификацию, будет покидать ее. Это подтверждает и реальный опыт многих стран: тот факт, что в США удается в течение многих лет сохранять в довольно стабильном состоянии возрастную структуру работников науки, объясняется именно тем, что высокотехнологические фирмы активно переманивают сравнительно молодых, но уже сложившихся исследователей в бизнес. Конечно, это в известной степени потеря для научных институтов. Но от этого несомненно выигрывает инновационный процесс: ведь это не просто «поток людей» – это поток идей, поток новейшего научного знания с самого переднего фронта научного поиска непосредственно в экономику, поток, стимулирующий её инновационное развитие.

В науке СССР такой поток возникал только периодически – при реализации сложнейших научно-технологических проблем в рамках масштабных государственных программ – таких, например, как атомная<sup>30</sup>. Но в постоянной жизни все же складывалась ситуация, когда, придя в науку, подавляющее большинство научных работников оставалось в ней до конца своей жизни. До тех пор, пока продолжалось форсированное увеличение научного потенциала, а следовательно – стремительное нарастание прихода

<sup>29</sup> В данном конкретном примере этот стабильный уровень (чуть меньше 500 тыс. чел.) соответствует 3362,6 исследователей на миллион населения, т.е. почти совпадает со средним по странам ЕС в 2013 г.

<sup>30</sup> Такой механизм действовал и в США, там он способствовал привлечению в научную систему страны ученых из многих стран мира.

молодежи в науку<sup>31</sup>, возрастная структура исследовательского корпуса оставалась близкой к оптимальной. Но как только экстенсивный прирост кадрового потенциала науки замедлялся, науковеды с тревогой отмечали старение научных коллективов, повышение среднего возраста ученых.

Постсоветские страны в большинстве своем поначалу следовали этой традиции: молодые люди шли в науку навсегда. Но в ряде случаев (к примеру, в нашей Украине) история поставила над ними беспрецедентный эксперимент: невнимание государства к науке, отношение к ней как к чисто затратной отрасли, на которой наиболее безболезненно можно экономить государственные средства, привело к беспрецедентному снижению уровня социальной защиты – заработной платы, обеспечения жильем и т.п. Национальная академия наук Украины была, казалось бы, более других республиканских академий и Академии наук СССР готова к снижению уровня государственной поддержки – она умела зарабатывать деньги: в конце 80-х годов финансирование её институтов за счет заказов промышленности даже превысило поступления от государственного бюджета. Но кризис экономики, уничтожение высокотехнологических предприятий и даже целых отраслей промышленности лишили ее большей части таких заказов.

Немудрено, что ученые младшего и среднего возраста стали уходить из науки, а способные молодые люди, окончивая университеты, стали искать себе работу, обеспечивающую более благоприятные условия жизни, чем карьера ученого. В возрастном профиле украинской науки (как и в науке Беларуси и России) стал нарастать «провал», который к настоящему времени передвинулся к сорока годам (см. рис. 29). Следует подчеркнуть, что этот «провал» присутствует почти в одинаковой мере для всех трех стран, но перспективы дальнейшего развития существенно различаются, т.к. ситуация с молодежным пополнением, как было показано выше, отнюдь не одинакова. Но несомненно, что перед всеми тремя рассмотренными странами стоит проблема с одной стороны – наращивания научного потенциала, которое обеспечивало бы выход на хотя бы среднеевропейский уровень научного обеспечения инновационного развития экономики, а с другой – формирования и поддержания оптимальной возрастной структуры научных работников.

---

<sup>31</sup> Этому способствовал как авторитет науки в обществе, так и сравнительно высокий уровень оплаты труда ученых высокой квалификации.

## Заключение

Приступая к написанию этой книги, мы ставили перед собой цель прежде всего более подобно и обстоятельно разъяснить сущность метода эндогенного прогнозирования эволюции кадрового потенциала науки страны, предложенного нами в 2017 году и кратко описанного в публикациях [2, 9, 10, 11], а также – в качестве примеров его применения – описать несколько полученных с его помощью конкретных прогнозов возможного развития исследовательского корпуса Украины и стран-соседей при разных вариантах научно-технологической политики государства. Но в процессе работы над рукописью нам пришлось выйти за рамки этого замысла. Имея в виду, что книга, как мы надеемся, будет доступной более широкому читателю, мы не могли не уделить внимания истории вопроса – тому, что происходило с кадровым потенциалом науки в исследуемых странах в течение нескольких последних десятилетий.

В конечном счете, мы продемонстрировали, что предложенный нами метод позволяет не только оценить возможности восстановления и наращивания утраченного страной потенциала науки или создания научной системы в государстве, в котором последняя отсутствовала, но и более глубоко проанализировать особенности ее развития в прошлом.

Не только конечные результаты произведенных на его основе расчетов, но и сам процесс такого прогнозирования наглядно демонстрирует, насколько инерционна кадровая составляющая научного потенциала, как непросто её нарастить и как много времени на это требуется. Расчеты показывают, что даже при кардинальном изменении политики государства, которая обеспечивала бы ежегодное приращение притока молодежи в науку на 15%, Украине потребуется не менее 20 лет, чтобы выйти на значение показателя уровня научного обеспечения инновационного развития (численность исследователей, приходящаяся на 1 млн. населения), близкий к тому, который был в Европе в 2013 году. (заметим, что это отнюдь не означало бы, что удалось «догнать Европу» ведь большинство европейских стран продолжают активно наращивать свой научный потенциал, в том числе за счет привлечения ученых из постсоветских стран). Беларусь и Россия могут достичь этого уровня при несколько меньших усилиях (8 ÷ 10 процентов прироста молодежи в год) за те же 20 лет или немного быстрее, если обеспечат более интенсивный прирост прихода молодежи.

Но в любом случае это становится возможным только в результате внесения кардинальных корректив в политику государства по отношению к науке – таких, которые обеспечили бы высокую престижность профессии ученого, привлекательный уровень его социального обеспечения и надлежащие условия для самореализации и работы на переднем фронте мировой науки. Ведь кроме приведенных выше чисто количественных показателей ее деградации, нельзя игнорировать и внутренние процессы, происходящие в научных коллективах. Например, влияние на творческую активность и продуктивность труда научной молодежи того факта, что

большинству молодых исследователей Украины, чтобы прокормить свою семью, приходится «подрабатывать», работая по совместительству в непрофильных учреждениях. Зачастую они зарабатывают там даже больше, чем на основной своей работе в исследовательском институте. Ведь это по существу делает невозможным реализовать тот принцип, на который обращал внимание еще Лейбниц (в его выступлении при открытии Берлинской академии наук): современной наукой уже нельзя заниматься как хобби, в дополнение к основным своим основным занятиям, она требует профессионального подхода и полной самоотдачи. Именно для этого, по его мнению, и нужно создавать академии наук.

На основе метода эндогенного прогнозирования мы попытались определить основные ориентиры, из которых следует исходить при формировании государственной политики, направленной на восстановление кадрового потенциала науки (или создания его заново в условиях стран, только вступающих на путь инновационного развития), оптимизацию возрастной структуры исследовательского корпуса, позволяющую наиболее эффективно использовать творческий потенциал ученых и обеспечить их максимальное влияние на инновационные процессы в промышленности.

Нам представляется, что полученные результаты могут служить убедительным доказательством того, что представления некоторых политиков о том, что проблемы восстановления отечественной науки можно отложить до лучших времен – чем позже страна по-настоящему возьмется за это, тем больше времени и средств потребуется для ее решения.

Отдельным вопросом, которому пришлось уделить в книге значительное внимание, стала проблема оптимизации возрастной структуры исследовательского корпуса. Можно по-разному подходить к обоснованию оптимальности такой структуры. Но несомненным представляется вывод о том, что в интенсивно работающем научном коллективе молодежи должно быть больше, чем представителей старшего поколения. Этого можно достигнуть только при условии достаточно значительного постоянного притока молодежи. При бурном нарастании научного потенциала это получается автоматически, но совершенно очевидно, что темпы его роста рано или поздно могут уменьшиться, а приток молодежи стабилизироваться. Это неизбежно приведет к повышению доли старшего поколения ученых – к тому, что обычно называют старением исследовательских коллективов.

Расчеты, приведенные в разделе 5, подтверждают, что ослабить этот процесс или даже прийти к ситуации, когда возрастная структура научных работников будет в течение многих лет оставаться неизменной, можно, организовав «проток» специалистов через науку. Этот процесс активно происходит в условиях, когда бурно развиваются высокотехнологические отрасли промышленности – они остро нуждаются в постоянном притоке высококвалифицированных специалистов из числа работавших на самом переднем фронте научного поиска, приносящих новейшие знания и идеи (именно такая ситуация наблюдалась в 50-е и 60-е годы в США).

Понятно, что регулирование такого «протока кадров» требует очень взвешенных и непростых мер. Ведь последствия их могут быть неоднозначными: слишком большое количество уходящих из науки (что, собственно, и происходило в последнее время в постсоветских странах) – это крайне нежелательно для развития самой науки, но с другой стороны, слишком малое будет недостаточно сказываться на её возрастной структуре, да и заметного влияния на развитие высокотехнологических отраслей промышленности не окажет. Обязательным условием, обеспечивающим возможности целесообразного конструктивного воздействия на эти процессы, является достаточно большой приток молодежи в науку. Именно поэтому в приведенных вариантах мы отталкивались от данных, которые прогнозируются для рассмотренных стран после существенного наращивания этого притока.

Приведенные в наших расчетах коэффициенты (или проценты уходящих из науки) не следует рассматривать как самые оптимальные, которые можно рекомендовать «на все случаи жизни». Они взяты лишь для того, чтобы продемонстрировать возможность целенаправленного регулирования возрастной структуры исследовательского корпуса. Для поиска оптимального варианта, соответствующего конкретным условиям страны и состояния научного потенциала, необходимо перебрать несколько возможных комбинаций таких коэффициентов.

Непростым остается и вопрос о механизмах организации такого оптимально отрегулированного «протока кадров через науку». В любом случае это должно производиться через систему различных материальных и моральных стимулов как со стороны государства, так и со стороны промышленности, через создание условий, в которых престиж профессии исследователя был бы поднят на должную высоту. Подчеркнем, что при всей важности чисто материальной стороны, здесь чрезвычайно важную роль могут и должны сыграть и стимулы моральные: уважительное отношение к науке и ее труженикам со стороны органов власти и средств массовой информации.

Ведь у нас уже были времена, когда стать ученым было пределом мечтаний большинства вступающих в жизнь способных молодых людей.

Особое внимание хотим обратить на те полученные методом эндогенного прогнозирования результаты, которые нельзя было бы получить никаким другим из известных нам методов. Прежде всего, к таковым следует отнести продемонстрированный в первом разделе факт, что возрастная структура исследователей Украины в том ее состоянии, которое сложилось к настоящему времени, *запрограммирована на деградацию*. Ведь пунктирная кривая на рис. 4 показывает, что даже если полностью прекратится уход исследователей из науки и стабилизируется ее молодежное пополнение, все равно по крайней мере до 2025 года будет продолжаться падение их общей численности. Более того такое падение некоторое время будет продолжаться даже если прирост молодежи будет возрастать (до 2025 года, если ежегодный прирост составит 5 % и до 2020 года, если он будет равен 10 %). Подчеркнем:

это при крайне незначительных потерях – менее 1 % в год для считающихся наиболее творчески активными возрастов (от 30 до 59 лет), т.е. данная оценка даже слишком оптимистична.

Обнаружение такого «прединфарктного состояния» украинской науки должно стать не просто «сигналом тревоги» для политиков, думающих о будущем страны. Оно свидетельствует не только о том, что нужны радикальные меры для предотвращения распада научной системы страны, но и о том, что меры эти нельзя откладывать, их надо предпринимать немедленно. Ведь эволюция возрастной структуры происходит таким образом, что нарастает доля тех возрастных групп, для которых коэффициент естественной смертности существенно выше, а это значит, что «запрограммированность на распад» растёт и, чем дольше эти меры будут откладываться, тем труднее их будет осуществить, тем больше финансовых средств и времени они потребуют.

Некоторые авторы, не давая себе труда вникнуть в суть происходящих процессов, предлагают «исправить» недостатки возрастного профиля исследователей Украины чисто механически – уволить всех представителей старшего поколения, и «наука сразу омолодится». Можно с уверенностью утверждать, что этот путь фактически привел бы только к ускорению деградации. Ведь и сейчас падение потенциала обуславливается тем, что естественная смертность старших возрастных групп и потери за счет ухода из науки становятся сравнимыми с её пополнением молодежью. Предлагая дополнить этот процесс изгнанием большей части все ещё активно работающих сотрудников, авторы таких «идей» фактически предлагают ускорить распад научной системы. Если бы такой подход начал осуществляться, то в течение буквально нескольких лет Украина лишилась бы целого ряда серьёзных и авторитетных научных школ и вряд ли могла бы надеяться на инновационное развитие экономики даже в отдалённом будущем.

Несколько легче ситуация в Беларуси, хотя здесь также стабилизация молодежного пополнения сама по себе не предотвращает продолжающегося уменьшения численности исследователей – т.е. даже для того, чтобы сохранить имеющийся кадровый потенциал науки, необходимы достаточно действенные усилия для закрепления исследователей в науке. Если же будет взят курс на ускорение инновационного развития экономики, то кроме этого потребуются на протяжении каждого последующего десятилетия обеспечить как минимум удвоение прихода молодежи в науку (примерно 8 % в год).

Россия, судя по всему, раньше других предприняла меры для предотвращения распада своего научного потенциала, но меры эти все же недостаточны для того, чтобы возродить его до уровня, сравнимого с Европой.

Резюмируя, можно сказать: мы убедились в том, что возрастной профиль научных работников любой самодостаточной научной системы содержит в себе не только память об истории её развития в течение нескольких последних десятилетий, но и некоторую программу её эволюции на несколько

десятилетий вперед. Этой программой определяется реакция данной системы на внешние воздействия, её инерционность, способность к выживанию и самовосстановлению. Нам удалось в определенной степени дешифровать эту программу, найти ключевые точки, оказывая влияние на которые, можно влиять на ее эволюцию. Однако при этом мы убедились, что влияние это отнюдь не безгранично. Сравнительно легко можно разрушить научную систему, но обеспечить её стабильно развитие, а тем более воссоздание совсем непросто. Надеемся, что инструменты анализа, которые нам удалось развить, будут полезны тем, кто стремится это сделать.

## Литература

1. ДОКЛАД ЮНЕСКО ПО НАУКЕ. На пути к 2030 году  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002354/235406r.pdf>
2. Попович О.С., Костриця О.П. Прогнозні оцінки еволюції вікової структури і чисельності дослідників в Україні на найближче десятиріччя // Наука та наукознавство, 2017. - № 1(95). – С. 48 – 59.
3. Наука та інноваційна діяльність України. Статистичний збірник. – К., 2017.
4. База даних населення України. Коефіцієнти смертності за статтю та віковими групами (0,1).URL:[http://database.ukrcensus.gov.ua/Mult/Dialog/varval.asp?ma=000\\_0309&path=../Database/Population/03/02/&lang=1](http://database.ukrcensus.gov.ua/Mult/Dialog/varval.asp?ma=000_0309&path=../Database/Population/03/02/&lang=1)
5. Попович О.С., Костриця О.П. Зміна структури кадрової складової наукового потенціалу України протягом 1995–2013 років // Наука та наукознавство. – 2015. – № 3. – С. 30 – 37.
6. Попович О.С., Костриця О.П. Вікова структура кадрів як фактор життєздатності наукової системи України // Наука та інновації, 2016. – № 12(2). – С. 5 – 10.
7. Грига В.Ю., Вашуленко О.С. Оцінка стану наукових кадрів України: Віковий аспект // Наука та наукознавство, 2013. -№ 1(79). – С. 38 – 46.
8. Булкин И.А. Эволюция возрастной структуры исследователей в организациях НАН Украины // Наука та наукознавство, 2016. - № 4(94). – С. 38 – 39.
9. Попович О.С., Костриця О.П. Відновлення наукового потенціалу української науки: необхідність і реальні перспективи // Наука та інновації. – 2017. - № 4. том 13. - С. 5 – 13
10. Попович А.С., Костриця Е.П. Поиск оптимального пути восстановления кадрового потенциала украинской науки. // «Социология науки и технологий» – Санкт-Петербург.: 2017 г – №3 Т.8. – С.75 – 86.
11. Попович А.С., Костриця Е.П. Прогнозирование эволюции кадрового потенциала науки и оценка перспектив его наращивания в Украине, России и Беларуси. // Наука и инновации (Минск). – 2018. - № 1(179). – С. 27 – 30.
12. Попович А.С., Костриця Е.П., Артюхин М.И. Сравнительный анализ возрастной структуры научных кадров Украины, России и Беларуси // Наука и инновации (Минск). – 2016. - № 10(164). – С. 43 – 46.
13. Попович О.С., Костриця О.П. Вікова структура наукових кадрів як фактор життєздатності наукової системи України // Наука та інновації. 2016, № 3.
14. Аллхвердян А.Г. Динамика научных кадров в советской и российской науке: сравнительно-историческое исследование,- М., 2014.
15. База даних федеральної служби державної статистики //www.gks.ro/wps/wm/jnnect/rosstat\_main/rosstat/ru/statistics/science\_and\_innovations/science.
16. Дежина И.Г. Кадровые проблемы в российской науке и инициативы государства // Наука та наукознавство, 2006, № 1. С. 28—34.
17. Научные кадры в условиях инновационного развития Республики Беларусь / под. общ. ред. М.И. Артюхина; Ин-т социологии Нац. акад. наук Беларуси - Мн., 2010.
18. Белорусская наука в условиях модернизации: социологический анализ / М.И. Артюхин [и др.]; науч. ред. М.И. Артюхин; Ин-т социологии Нац. акад. наук Беларуси,- Мн., 2015.
19. Попович А.С., Костриця Е.П. Сравнительная оценка перспектив восстановления кадрового потенциала науки в Украине, России и Беларуси // Проблеми і перспективи інноваційного розвитку економіки в контексті інтеграції України в європейський науково-інноваційний простір. Матеріали XXII міжнародної науково-практичної конференції. м.Одеса, Україна, 11-13 вересня 2017 р. – Київ-Одеса, 2017. - С.214–221
20. Народне господарство Української РСР у 1988 році. Статистичний щорічник. – Державний комітет Української РСР по статистиці. – Київ «Техніка», 1989. – 470 с.
21. Добров Г. М. Наука о науке. Введение в общее науковедение / Г. М. Добров. [2-е изд., поп. и перераб.]. – Киев : Наукова думка, 1970. – 320 с.
22. Пельц Д., Эндрус Ф. Ученые в организациях. Об оптимальных условиях для исследований в организациях

23. Малицкий Б. А. Принцип фазового развития деятельности ученого и его применение в организации труда научной молодежи // Б. А. Малицкий. – Тез. докл. II Респ. конф. молодых ученых-медиков УССР. – Львов, 1979.
24. Малицкий Б. А. Формирование возрастной структуры научных кадров на основе метода фазового баланса / Б. А. Малицкий. – Киев : Ин-т кибернетики АН УССР, 1979. – 28 с.
25. Гусаков В.Г.Аксиосфера белорусской науки и пути ее совершенствования. – Минск: Изд. «Беларуская навука», 2017. – 439 с.
26. Научные кадры СССР: динамика и структура / под ред. проф. В.Ж.Келле, проф. С.А.Кугеля. – М.: «Мысль», 1991. – 284 с.
27. Жабін С. Казьміна О., Василюк О. Міграційні наміри молодих учених НАН України: за даними соціологічного опитування 2017 року <https://commons.com.ua/uk/migracijni-namiri-molodih-uchenih/>
28. D.Price Little Science, Big Science. – New York, Columbia University, 1963.

## Сведения об авторах

1. Доктор экономических наук, главный научный сотрудник ГУ «Институт исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г. М. Доброва Национальной академии наук Украины Александр Сергеевич Попович [olexandr.popovych@gmail.com](mailto:olexandr.popovych@gmail.com)
2. Младший научный сотрудник ГУ «Институт исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г. М. Доброва Национальной академии наук Украины Елена Петровна Кострица [steps\\_2004@ukr.net](mailto:steps_2004@ukr.net)





**More  
Books!** 



**yes**  
**I want morebooks!**

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн - в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов!  
Мы используем экологически безопасную технологию "Печать-на-Заказ".

Покупайте Ваши книги на  
**[www.morebooks.de](http://www.morebooks.de)**

Buy your books fast and straightforward online - at one of the world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at  
**[www.morebooks.de](http://www.morebooks.de)**

SIA OmniScriptum Publishing  
Brivibas gatve 1 97  
LV-103 9 Riga, Latvia  
Telefax: +371 68620455

[info@omniscrptum.com](mailto:info@omniscrptum.com)  
[www.omniscrptum.com](http://www.omniscrptum.com)

OMNIscriptum







