

Том 9, № 1 Volume 9, Number 1 2018

ISSN 2079-0910 (Print)
ISSN 2414-9225 (Online)

ТОМ 9 № 1 2018

СОЦИОЛОГИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

СОЦИОЛОГИЯ

науки и технологий

Sociology of Science & Technology

Санкт-Петербург

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
ИМ. С. И. ВАВИЛОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ФИЛИАЛ
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕСТОР-ИСТОРИЯ»

СОЦИОЛОГИЯ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

2018

Том 9

№ 1

Санкт-Петербург

Главный редактор

Ащеулова Надежда Алексеевна, кандидат социологических наук, Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова Российской академии наук, Санкт-Петербургский филиал, г. Санкт-Петербург, Россия.

Ответственный секретарь

Ломовицкая Валентина Михайловна, кандидат философских наук, Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова Российской академии наук, Санкт-Петербургский филиал, г. Санкт-Петербург, Россия.

Редакционная коллегия

Аблажей Антолий Михайлович, кандидат философских наук, Институт философии и права Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, Россия.

Аллахвердян Александр Георгиевич, кандидат психологических наук, Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова Российской академии наук, г. Москва, Россия.

Банерджи Партасарати, Национальный институт исследований научного и технологического развития, г. Нью-Дели, Индия.

Бао Оу, Университет «Цинхуа», г. Пекин, Китайская Народная Республика.

Дежина Ирина Геннадиевна, доктор экономических наук, Сколковский институт науки и технологий, г. Москва, Россия.

Душина Светлана Александровна, кандидат философских наук, Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова Российской академии наук, Санкт-Петербургский филиал, г. Санкт-Петербург, Россия.

Иванова Елена Александровна, кандидат исторических наук, Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук, г. Санкт-Петербург, Россия.

Скворцов Николай Генрихович, доктор социологических наук, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия.

Фуллер Стив, Факультет социологии Уорикского университета, г. Ковентри, Великобритания.

Хименес Хайми, Национальный автономный университет Мексики, г. Мехико, Мексика.

Юревич Андрей Владиславович, член-корреспондент Российской академии наук, Институт психологии РАН, г. Москва, Россия.

Редакционный совет

Богданова Ирина Феликсовна, кандидат социологических наук, Институт подготовки научных кадров НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь.

Бороньев Асалан Ользонович, доктор философских наук, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия.

Вишневский Рафал, Университет кардинала Стефана Вышинского в Варшаве, г. Варшава, Польша.

Елисеева Ирина Ильинична, член-корреспондент Российской академии наук, Социологический институт Российской академии наук, г. Санкт-Петербург, Россия.

Козлова Лариса Алексеевна, кандидат философских наук, Институт социологии Российской академии наук, г. Москва, Россия.

Лазар Михай Гаврилович, доктор философских наук, Российский государственный гидрометеорологический университет, г. Санкт-Петербург, Россия.

Никольский Николай Николаевич, академик, Институт цитологии Российской академии наук, г. Санкт-Петербург, Россия.

Паттнаик Бинай Кумар, Институт технологий г. Канпура, г. Канпур, Индия.

Сулейманов Абульфаз, Университет Ускюдар, г. Стамбул, Турция.

Тамаш Пал, Институт социологии Академии наук Венгрии, Будапешт, Венгрия.

Тропп Эдуард Абрамович, доктор физико-математических наук, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, г. Санкт-Петербург, Россия.

Шувалова Ольга Романовна, кандидат социологических наук, Аналитический Центр Юрия Левады, г. Москва, Россия.

Адрес редакции:

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 5

Тел.: (812) 323-81-93, Факс: (812) 328-46-67

E-mail: school_kugel@mail.ru

Сайт: <http://sst.nw.ru>

Выпускающий редактор номера: *Н. А. Ащеулова*

Редактор англоязычных текстов: *Л. В. Земнухова*

Корректор: *Н. В. Стрельникова*

Подписано в печать: 00.03.2018

Формат 70×100/16. Усл.-печ. л. 11,7

Тираж 300 экз. Заказ № 1248

Отпечатано в типографии «Нестор-История»,

197110, СПб., ул. Петрозаводская, д. 7

S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology,
St Petersburg Branch, Russian Academy of Sciences

Publishing House “Nestor-Historia”

SOCIOLOGY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

2018

Volume 9

Number 1

Журнал издается под научным руководством Санкт-Петербургского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова Российской академии наук

Учредитель: Издательство «Нестор-История»

Издатель: Издательство «Нестор-История»

ISSN 2079-0910 (Print)

ISSN 2414-9225 (Online)

Журнал основан в 2009 г. Периодичность выхода — 4 раза в год. Свидетельство о регистрации журнала ПИ № ФС77-36186 выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия 7 мая 2009 г.

Editor-in-Chief

Nadia A. Asheulova, Cand. Sci. (Sociology), S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, St Petersburg Branch, Russian Academy of Sciences, St Petersburg, Russia.

Publishing Secretary

Valentina M. Lomovitskaya, Cand. Sci. (Philosophy), S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, St Petersburg Branch, Russian Academy of Sciences, St Petersburg, Russia.

Editorial Board

Anatoliy M. Ablazhej, Cand. Sci. (Philosophy), Institute of Philosophy and Law, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.
Alexander G. Allakhverdyan, Cand. Sci. (Psychology), S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

Parthasarathi Banerjee, Dr., National Institute of Science Technology and Development Studies — NISTADS, New Delhi, India.

Ou Bao, Tsinghua University, Beijing, China.

Irina G. Dezhina, Dr. Sci. (Economy), Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow)

Svetlana A. Dushina, Cand. Sci. (Philosophy), S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, St Petersburg Branch, Russian Academy of Sciences, St Petersburg, Russia.

Elena A. Ivanova, Cand. Sci. (History), St Petersburg Scientific Center, Russian Academy of Sciences, St Petersburg, Russia.

Nikolay G. Skvortsov, Dr. Sci. (Sociology), St Petersburg State University, St Petersburg, Russia.

Steve Fuller, Prof., PhD, Social Epistemology Department of Sociology, University of Warwick, Coventry, United Kingdom.

Jaime Jimenez, PhD, Autonomous National University of Mexico, Mexico City, Mexico.

Andrey V. Yurevich, Correspond. Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

Editorial Advisory Board

Irina F. Bogdanova, Cand. Sci. (Sociology), Institute for Preparing Scientific Staff, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus.

Asalhan O. Boronoev, Dr. Sci. (Philosophy), St Petersburg State University, St Petersburg, Russia.

Rafał Wiśniewski, PhD, Cardinal Stefan Wyszyński University in Warsaw, Poland.

Irina I. Eliseeva, Correspond. Member of the Russian Academy of Sciences, Sociological Institute, Russian Academy of Sciences, St Petersburg, Russia.

Larissa A. Kozlova, Cand. Sci. (Philosophy), Institute of Sociology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.

Mihay G. Lazar, Dr. Sci. (Philosophy), Russian State Hydro-Meteorological University, St Petersburg, Russia.

Binay Kumar Pattnaik, PhD, Indian Institute of Technology, Kanpur, India.

Abulfaz D. Suleimanov, Dr., Uskudar University, Istanbul, Turkey.

Pal Tamas, Dr., Institute of Sociology, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary.

Eduard A. Tropp, Dr. Sci. (Phys.-Math.), St Petersburg State Polytechnic University, St Petersburg, Russia.

Nikolay N. Nikolski, Academic of the Russian Academy of Sciences, Institute of Cytology, Russian Academy of Sciences, St Petersburg, Russia.

Olga R. Shuvalova, Cand. Sci. (Sociology), Yuri Levada Analytical Center, Moscow, Russia.

Postal address:

Universitetskaya nab., 5, St Petersburg, Russia, 199034
Tel.: (812) 323-81-93 Fax: (812) 328-46-67
E-mail: school_kugel@mail.ru
Web-site: <http://sst.nw.ru>

Managing Editor: *Nadia A. Asheulova*
Editor of the English Texts: *Liliia V. Zemnukhova*

The Journal was founded in 2009. It is published under the Scientific Guidance of the S. I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology, St Petersburg Branch, Russian Academy of Sciences, St Petersburg, Russia

The Mass Media Registration Certificate: PI № FC 77-36186 on May 7th, 2009

Founder: Publishing House “Nestor-Historia”

Publisher: Publishing House “Nestor-Historia”

ISSN 2079-0910 (Print)

ISSN 2414-9225 (Online)

Publication Frequency: Quarterly

СОДЕРЖАНИЕ

Социальная история науки

А. Н. Родный. Профессиональная карьера естествоиспытателя XVIII — первой половины XIX века в России..... 9

Н. А. Пакишина. Некоторые аспекты становления молодых ученых в среде дворянской интеллигенции в последней трети XIX века..... 31

Наука в современной России

Д. А. Севостьянов, Т. В. Павленко. Действующий закон об образовании: анализ инверсивных отношений..... 43

В. А. Малахов, Д. С. Аушкан. Региональный ландшафт прикладной науки в России (на примере ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы») 55

Материалы воркшопа “Using Science Policy to Facilitate Innovation, Excellence and Global Cooperation”. Часть II

Jaime Jiménez, Juan C. Escalante, Delfino Vargas, Rodolfo Ramírez, Leonardo Munguía, Brenda H. Molina. A Strategy for Scientific and Technological Development Geared to Innovation.....73

Giuseppe Pellegrini, Barbara Saracino. Adolescents and Scientific Careers. Interests, Scholastic Experiences and the Opinions of Italian Students..... 86

Irina Dezhina. Russian-French Scientific Collaboration: Approaches and Mutual Attitudes 101

Galina P. Gvozdeva, Elena S. Gvozdeva. Youth’s Interest in Science and Innovation and the Conditions for Leadership in Russia 116

Irina Popova. Sustainable Professional Career in Science and Technology: Interdisciplinary Perspective and the Russian Context..... 133

Jérôme Pierrel. Journal of Molecular Biology’s Growth and Content Analysis 148

Первые шаги в науке.**Представляем работы молодых ученых**

<i>Aleksey Gorgadze, Alina Kolycheva. Mapping Ideas: Semantic Analysis of “PostNauka” Materials.....</i>	154
--	-----

Информация для авторов и требования к рукописям статей, поступающим в журнал «Социология науки и технологий»	163
---	-----

В следующем номере	167
---------------------------------	-----

CONTENTS**Social History of Science**

<i>Alexander N. Rodny. A Professional Career of Russian Scientist in the 18th and first half of the 19th centuries</i>	9
<i>Natalia A. Pakshina. Some Aspects of the Young Scientists’ Development among Aristocratic Intelligentsia in the Last Third of the Nineteenth Century</i>	31

Science in Modern Russia

<i>Dmitrij A. Sevost’janov, Tatiana V. Pavlenko. The Current Law on Education: Analysis of the Inversive Relationship.....</i>	43
<i>Vadim A. Malakhov, Dar’ya S. Aushkap. Regional Landscape of Applied Science in Russia (on the Example of the Federal Targeted Program “Research and Development in Priority Areas of Development of the Russian Scientific and Technological Complex for 2014–2020”)</i>	55

Papers of the workshop**“Using Science Policy to Facilitate Innovation, Excellence and Global Cooperation”. Part II.**

<i>Jaime Jiménez, Juan C. Escalante, Delfino Vargas, Rodolfo Ramírez, Leonardo Munguía, Brenda H. Molina. A Strategy for Scientific and Technological Development Geared to Innovation.....</i>	73
<i>Giuseppe Pellegrini, Barbara Saracino. Adolescents and Scientific Careers. Interests, Scholastic Experiences and the Opinions of Italian Students.....</i>	86
<i>Irina Dezhina. Russian-French Scientific Collaboration: Approaches and Mutual Attitudes</i>	101
<i>Galina P. Gvozdeva, Elena S. Gvozdeva. Youth’s Interest in Science and Innovation and the Conditions for Leadership in Russia</i>	116
<i>Irina Popova. Sustainable Professional Career in Science and Technology: Interdisciplinary Perspective and the Russian Context.....</i>	133
<i>Jérôme Pierrel. Journal of Molecular Biology’s Growth and Content Analysis</i>	148

**The First Steps in Science.
Representing the Work of Young Scientists**

Aleksey Gorgadze, Alina Kolycheva. Mapping Ideas: Semantic Analysis
of “PostNauka” Materials..... 154

**Information for Authors and Requirements for the Manuscripts
for the Journal “Sociology of Science and Technology”** 163

In the Next Issue 167

СОЦИАЛЬНАЯ ИСТОРИЯ НАУКИ

АЛЕКСАНДР НИМИЕВИЧ РОДНЫЙ

доктор химических наук,
главный научный сотрудник
Института истории естествознания
и техники им. С. И. Вавилова РАН,
Москва, Россия;
e-mail: anrodny@gmail.com



УДК 316.444.5

Профессиональная карьера естествоиспытателя XVIII — первой половины XIX века в России¹

Рассмотрены процессы профессионализации и социализации естествоиспытателей в российском социуме XVIII — первой половины XIX в. Акцент сделан на ретроспективном осмыслении понятия «профессиональная карьера ученого». Прослежена динамика появления когнитивно-институциональных структур (учебных кафедр, естественно-научных кабинетов и музеев, химических лабораторий, поисковых экспедиций и т. д.) как базовых элементов научной деятельности. Наличие этих структур и профессиональной мобильности ученых дает представление об истоках академической, вузовской и отраслевой науки в России. Основной упор сделан на межведомственной мобильности ученых в Санкт-Петербургской академии наук, университетах, медико-хирургических академиях, Медицинской канцелярии, Горном кадетском корпусе и Корпусе горных инженеров. На основе изучения научно-биографического материала отражены варианты прихода людей в науку и их дальнейшие карьерные траектории. Значительное внимание уделено биографиям иностранных ученых, с которых начиналась отечественная наука. В большинстве своем это были профессора, преподаватели, выпускники и студенты европейских университетов, поэтому затрагивается не только период их пребывания в России, но и время до приезда в страну и после возвращения на родину. Показаны этапы и тенденции формирования сообщества естествоиспытателей в России. Выявлены предпосылки становления дисциплинарных научных сообществ в контексте логики развития различных профессиональных групп (врачей, фармацевтов, металлургов, горных инженеров, учителей и др.). Отмечено, что процесс социализации отечественных естествоиспытателей сопровождался ростом роли эксперимента в науке и становлением ее отдельных дисциплин. Но даже в середине XIX в. этот процесс в России имел шаг запаздывания, по крайней мере, на полстолетия, что было связано со слабым развитием отечественной промышленности, где концентрировалась основная масса европейских химиков и физиков. В результате проведенного исследования сделаны выводы, которые могут стать ориентиром

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ. Грант № 15–03–00584.

для дальнейшего изучения историко-социологических проблем профессиональной деятельности ученых.

Ключевые слова: профессиональная карьера ученого, профессиональная мобильность ученого, естествоиспытатели, отечественная история науки XVIII–XIX вв., научная дисциплина, учебная дисциплина, когнитивно-институциональные структуры.

Период XVIII — первой половины XIX в. для отечественной истории стал временем зарождения и становления профессиональной научной деятельности в области естествознания. Появились институты науки и люди, занимавшиеся научными исследованиями. Однако у них были разные пути прихода в науку и разные формы существования в ней. В зависимости от социальных, политических, экономических, институциональных и когнитивных факторов профессиональная карьера естествоиспытателя имела определенные «траектории движения», которые интересно рассмотреть в контексте процесса социализации ученых в российском социуме.

Само понятие «профессиональная карьера» в период становления отечественного естествознания имеет свой дискурс. Профессиональная карьера у приглашенных иностранных ученых, с которых и начинается отечественная наука, разворачивалась еще до приезда в Россию, а у некоторых продолжалась после возвращения на родину; одни из иностранных подданных были уже сложившимися исследователями, а другие — выпускниками или студентами европейских университетов.

В отличие от ученых более позднего периода отечественной истории, первые естествоиспытатели не были исследователями в современном понимании этого слова. Даже члены Петербургской Академии наук и художеств (АН) должны были совмещать научную деятельность с преподавательской, просветительской и экспертной работой. К тому же некоторые из них занимались частной практикой в качестве врачей, фармацевтов, учителей, инженеров и архитекторов. Многие из них воспринимали себя не как ученых, а как представителей этих различных профессиональных корпораций, способных изучать и преподавать различные дисциплины: от философии до технологии.

Исследования в России вплоть до второй четверти XIX в. были скорее исключением, чем правилом. Как пишет В. И. Вернадский, «научная исследовательская работа в русских университетах была проведена профессорской коллегией неожиданно для законодателя, вопреки сознательной воле правительства» [Вернадский, 1988]. Естествоиспытатели чувствовали более тесные связи не со своими коллегами в России, а с учеными из Европы, где научная работа была неотъемлемой частью их социальной жизни. У нас только с 1819 г. выбор диссертационной темы становится самостоятельным для соискателя магистерского или докторского звания; с 1820-х гг. на должности стали назначать с учетом диссертационной работы и уже в 1844 г. было сформулировано официальное требование, чтобы диссертация была оригинальна по содержанию [Вишленкова, 2014, с. 100].

В различных профессиональных группах научные знания не имели широкой социальной базы. Фундаментальная наука была по преимуществу хобби в повседневной практике медиков, инженеров, рудознатцев, агрономов, архитекторов и строителей, у которых не было ни времени, ни сил, ни желаний для проведения научных исследований. Прикладная наука без опоры на фундаментальные знания и при пассивном интересе к ней со стороны промышленных и аграрных кругов об-

щества отставала в своем развитии от ведущих европейских стран. В Германии уже во второй четверти XIX столетия возникла новая модель экспериментальной науки, базовым элементом которой была исследовательская лаборатория в университете. Поэтому там появилась новая формация естествоиспытателей, способных к проведению самостоятельных экспериментальных исследований, конкурировавших за рабочие места не только в науке, но и в сфере экономики. В России эта модель заработает, по крайней мере, на четверть века позже, но из-за отсутствия развитой промышленности будет еще долгие годы пробуксовывать.

С позиций сегодняшнего дня, оценивая образ естествоиспытателя прошлого, можно предположить, что в первой четверти XVIII столетия ему соответствовало не более десятка человек, которые находились на государственной службе или занимались частной практикой. К середине столетия эта цифра, по-видимому, возросла раза в три, когда основной контингент естествоиспытателей был связан с АН. А уже в середине XIX в. количество естествоиспытателей увеличилось примерно на порядок; из которых большинство составляли профессора и преподаватели университетов, медицинских академий, инженерных, школ и училищ.

Основные тенденции процесса формирования сообщества естествоиспытателей

В XVIII в. кадровую основу отечественного естествознания составляли иностранные ученые, в большинстве своем профессора, преподаватели, выпускники и студенты европейских университетов, которые принесли с собой научную идеологию, основанную на экспериментальном подходе к изучению природы и извлечению практической пользы от полученных знаний.

Уже со второй половины столетия в науку пришли коренные россияне. Главным фактором прихода в науку россиян, конечно, было развитие системы отечественного образования. В XVIII в. она начиналась с духовных семинарий, академий и «цифирных школ» при церквях и монастырях, затем появились специализированные училища и школы (военные, инженерные и медицинские); в 80-е годы стали открываться народные училища. Но, безусловно, самый большой вклад в подготовку образованных людей в России внесли гимназии, особенно в XIX в., когда в 1803 г. были введены учебные округа и гимназии стали открываться в каждом губернском городе для подготовки их выпускников в университеты. С 1804 г. в учебную программу гимназий была включена естественная история, а с 1811 г. «физика и естественная история» [Мосичева, 2017].

В России традиция подготовки научно-педагогических кадров естествоиспытателей отличалась от той, что была в западноевропейских (немецких) университетах. У нас студентов стали сразу прикреплять по определенным наукам в Академическом гимназии (научным классам), тогда как за границей студенты получали в начале более общее научно-философское образование, прежде чем выбрать свою специализацию. В определенной степени такое положение сохранилось и в университетском обучении. Такая традиция имела как ряд своих плюсов, так и минусов. Отечественные естествоиспытатели XVIII — первой половины XIX в. были

в основном сосредоточены на описательно-собирающей (камеральной) и экспериментально-технической работе, а теоретические обобщения были уделом единиц.

В первой половине XIX в. базой естественно-научного образования становится университетская подготовка. При этом наметилась тенденция к сокращению числа ученых с дипломами иностранных университетов, но увеличилось количество естествоиспытателей, прошедших стажировку в европейских учебных заведениях. Институт стажировки стал неотъемлемой частью университетской подготовки для молодых людей, желавших сделать профессиональную карьеру в высших учебных заведениях страны. Помимо университетов, будущие ученые получали образование в Главном педагогическом институте Санкт-Петербурга, Санкт-Петербургской Медико-хирургической академии и в ее Московском отделении, а также Горном кадетском корпусе [Родный, 2016, с. 501].

Однако, по мнению Вернадского, научная работа развивается по своим законам, когда научное мировоззрение, не подкрепленное практикой, может парадоксальным образом вступить в противоречие с научной деятельностью. Он замечает, что оно может «даже иногда мешать научной работе и научному творчеству, так как оно неизбежно закрепляет научные ошибки данного времени, придает временным научным положениям большую достоверность, чем они в действительности имеют. Оно всегда проникнуто сторонними науке построениями философии, религии, общественной жизни, художественного творчества» [Вернадский, 1981]. Для России, особенно первой половины XIX в., научно-мировоззренческие вопросы превалировали над научно-исследовательскими; а это приводило к тому, что в университетской среде было гораздо больше «теоретизировавших» ученых натурфилософского толка, чем реально занимавшихся экспериментальной деятельностью.

К тому же прибывшие иностранные ученые далеко не всегда стремились заниматься экспериментальной работой, требовавшей довольно больших усилий и времени. Для приглашенных специалистов здесь были довольно широкие возможности реализации помимо занятий экспериментальной наукой. Сдерживающим фактором их социализации являлся неопределенный законодательством статус ученого в обществе. Некоторые академики, как например, Д. Бернулли, в 1733 г. из-за отказа присвоить ему «чин и преимуществ здешних советников государственных коллегий» покинул Россию, став профессором Базельского университета у себя на родине, где приобрел мировую известность своим трудом «Гидродинамика», опубликованным в 1738 г. [Андреев, 2009]. При всеобщей ранжированности государственных служащих только в 1804 г. профессора и преподаватели университетов получили чиновничьи разряды, что позволило им заметно улучшить свое социальное и материальное положение в обществе.

Наиболее благоприятные условия для исследовательской работы были у естествоиспытателей в АН и учебных заведениях. Возможность заниматься наукой была и в министерствах и ведомствах Российской империи, где в распоряжении ученых советов и комитетов были организованы лаборатории и мастерские, музеи и коллекции, сады и огороды.

С начала XIX в. отечественная наука получила возможность развиваться в относительно независимых от государства условиях — при научных и научно-практических обществах. Некоторые из этих обществ могли содержать небольшое число оплачиваемых на постоянных или временных ставках служащих. В XIX в. отдельные

ученые естественно-научного профиля были заняты в здравоохранении, промышленности, сельском хозяйстве, геологоразведке, строительстве и архитектуре.

Основной приток кадров в естествознание шел от врачей и фармацевтов, горных и военных инженеров, а также преподавателей учебных заведений, среди которых доминировали те же медики и инженеры. В XIX в. уже начался приход в науку профессиональных учителей — выпускников педагогических училищ и институтов. Как и в Европе, подавляющее большинство отечественных естествоиспытателей в XVIII — первой половине XIX в. вышло из медицины. Врачи и фармацевты были той плодородной почвой, на которой произрастало естествознание. По данным М. Б. Мирского, в начале XVIII столетия в России число дипломированных медиков едва превышало 150 человек, но спустя сто лет, в 1802 г., их было уже не менее 1519 человек [Мирский, 1996, с. 130]. При этом некоторые из них могли уделять внимание научной работе, что создавало благоприятные условия для развития отечественного естествознания.

Для многих ученых медицинская практика занимала значительное место в их деятельности. Даже состоя на службе в АН или университете, они часть времени отдавали врачебным занятиям. Частная практика и работа в государственных госпиталиях и больницах позволяла в какой-то мере уделять внимание научным исследованиям или временно решать свои финансовые проблемы для дальнейшей научной работы. Кроме того, в России были созданы государственные управленческие учреждения в области медицины, где имелись должности, требовавшие высокой врачебной квалификации. А их нередко занимали люди, склонные к научно-исследовательской деятельности.

Второй после врачей и фармацевтов по численности профессиональной группой, которая являлась донором для сообщества естествоиспытателей, были специалисты по горному делу. В их среде можно проследить истоки становления геолого-минералогического и химического направлений отечественного естествознания. Горные инженеры наряду с военными (они и приравнялись по служебной иерархии к военным) были одной из самых структурированных в технологическом и образовательном плане профессиональной группой в России, корни которой прослеживаются с Берг-коллегии и Горного кадетского корпуса (с 1833 г. Института корпуса горных инженеров). Огромные природные богатства страны и государственная заинтересованность в их использовании посредством управляющих структур, начиная от Рудного приказа и заканчивая Департаментом горных и соляных дел при Министерстве финансов, создали предпосылки для активной социализации геологов и химиков.

Третьей по масштабу профессиональной группой, питающей кадровый состав естествоиспытателей, были военные. В первую очередь, это участники топографических и горно-геологических экспедиций военного ведомства. Кроме самих офицеров в этих экспедициях принимали участие и приглашенные ученые по различным направлениям наук. Так, Э. Х. Ленц в 1823—1826 гг. в качестве физика был участником кругосветной экспедиции О. Е. Коцебу, а в 1829 г. участвовал в первой экспедиции на Эльбрус генерала Эммануэля [Родный, 2016, с. 496]. Нередко военная карьера была важным жизненным этапом в карьере ученых. Военные, особенно специалисты в области физико-математических наук, были востребованы на профессорско-преподавательских должностях инженерных учебных заведений России — Института корпуса инженеров путей сообщения, Морского кадетского

корпуса, Главного инженерного училища, Горного кадетского корпуса, Артиллерийского училища и Училища гражданских инженеров.

Можно говорить о существовании и четвертой профессиональной группы, которая получила в 1802 г. «государственную прописку» в виде Министерства народного просвещения, но существовавшая гораздо шире, не вписываясь в рамки какого-либо ведомства. Основные силовые линии консолидации членов этой группы имели предметно-дисциплинарное содержание. Из преподавателей учебных заведений всех уровней и учителей (репетиторов), занимавшихся частной практикой формировалось сообщество «учителей-естественников». В начале XIX в. оно получило государственную подпитку в виде преподавания учебного предмета «естественной истории и физики» во всех губернских школах, училищах и гимназиях России [Пинкевич, 1930].

Однако следует учитывать, что в изучаемый период времени преподавателями в АН, университетах и других учебных заведениях становились люди не только за свои научные заслуги, но и за профессиональные достижения. Так, если лечащий врач достигал авторитета и признания, ему предоставляли возможность занять приличную должность на медицинском факультете университета или в медицинской школе при госпитале. Но это далеко не всегда служило для него стимулом к проведению научных исследований, так как будучи профессионалом в своем деле, вынужден был в реальном педагогическом пространстве того времени преподавать различные учебные предметы, которыми владел лишь обзорно. По существу, у хорошего лечащего врача не было сильного стимула заниматься преподавательской работой, хотя она и давала потенциальную возможность заниматься наукой. Социальный статус и оплата труда преподавателя-медика были ниже, чем у успешного врача. Ситуация стала меняться только в XIX в., когда преподаватели высших учебных заведений были приравнены по своему статусу к государственным чиновникам и получили значительные привилегии.

Формированию научного сообщества естествоиспытателей в России в определенной степени мешали «государственные тайны» и «производственные секреты». Это во многом определялось, с одной стороны, милитаристским характером всего уклада жизни империи, а с другой — законодательным несовершенством патентной системы российского государства. Вернадский приводит пример, как «ученым, отправленным в экспедицию, сенатским указом от 13 января 1733 г. запрещалось сообщать какие бы то ни было собранные ими сведения кому бы то ни было, кроме Академии наук и Сената». А не соблюдения этого указа привело к тому, что «академику Делилю пришлось оправдываться на этом основании [по поводу] доноса Шумахера [о том], что он сообщил свои наблюдения о комете в письме к Эйлеру» [Вернадский, 1988].

В России прототипом патента до XVIII в. была жалованная грамота — привилегия, которая в основном выдавалась на право заниматься промыслом и беспошлинной торговлей. Выдача привилегий на изобретения началась по существу со второй половины XVIII в. [Колесников, 1993, с. 5]. Заметки об изобретениях эпизодически появлялись в журнале «Комментарии Российской академии наук». С 1802 г. АН получила царское предписание печатать в своих ведомостях все, что появлялось в области изобретений и открытий в зарубежной литературе. Хотя в 1776 г. был издан указ, согласно, которому должны были награждаться все «сделавшие новые изобре-

тения для общей пользы» [Лукьянов, 1948, с. 482], но изобретатели только в редких случаях что-то получали от правительства.

В 1812 г. вышел царский манифест «О привилегиях на разные изобретения и открытия в ремеслах и художествах», который можно считать первым патентным законом в России. До этого года было выдано лишь 76 привилегий на ведение производственной, торговой деятельности и изобретения в ремеслах и художествах [Колесников, 1993, с. 5]. Выдача привилегий с 1812 г. осуществлялась Министерством внутренних дел по Департаменту мануфактур и торговли с уведомлением Государственного совета от имени царя и оформлялась специальным указом. Впервые изобретатели получили право продажи своего изобретения и преследования по суду лиц, посягнувших на их собственность. Однако за привилегии им приходилось платить высокие пошлины от 300 до 1500 руб., в зависимости от срока действия привилегии. Обычно максимальный срок не превышал 10 лет [Лукьянов, 1948, с. 484].

В 1833 г. вышло новое Положение о привилегиях, утвержденное Государственным советом. Там в статье «О порядке выдачи привилегий» записано: «Желающий получить привилегию на изобретение должен представить его описание существенными оною подробностями, приемами и образом употребления изобретения и с подлежащими к тому чертежами и рисунками, не утаивая ничего. В описании сем, равно как и в чертежах, проситель должен соблюсти величайшую полноту, точность и ясность, без малейшего двусмыслия или недоразумения; так, чтобы впоследствии времени люди могли по одному описанию и чертежам произвести означенный предмет в действо, не имея нужды прибегать к догадкам или пополнять недостатки, в нем содержащиеся» [Вишневецкий, 1990, с. 116–117]. Очень немногие ученые, в основном химики и физики, занимались оформлением привилегий. Хотя эта деятельность являлась действенным фактором профессионализации дисциплинарных научных сообществ.

Иностранные предприниматели внимательно следили за научно-техническими достижениями россиян. Поэтому изобретения российских ученых, инженеров и техников, не получившие признания на родине, часто перетекали за границу и через некоторое время экспортировались в Россию уже как собственность того или иного зарубежного предпринимателя. Так было с открытием гальванопластики профессором Дерптского университета Б. С. Якоби, который о нем сообщил 24 декабря 1838 г. в Санкт-Петербургской газете. Так как он не взял патент, то ему долго пришлось отстаивать свой приоритет на изобретение, а в материальном плане гальванопластика почти ничего не принесла ее изобретателю [Вишневецкий, 1990, с. 121]. Можно понять горечь в словах известного химика Н. Н. Зинина по поводу промышленного освоения, синтезированного им анилина: «До каких пор немцы будут уводить наши открытия у нас же из-под носа и использовать их?! До каких пор мы, русские, будем служить трамплином, с которого прыгают другие?! ...Но в этом виноваты мы сами, мы сами не заботимся о себе» [Вишневецкий, 1990, с. 130]. Зинин в 1842 г. получил «бензидам», который его коллега К. Ю. Фрицше идентифицировал как анилин, впоследствии ставший основой для развития целой отрасли химической промышленности [Штрубе, 1984, с. 204].

Слабая патентная культура в России, когда изобретения использовались на производстве без регистрации в правительственных органах, «компенсировалось» секретностью. На предприятиях доступ чужих специалистов строго ограничивался. Большинство изобретений и усовершенствований переходили в собственность

владельцев предприятий, а не изобретателей; сплошь и рядом существовали запреты на переход специалистов на конкурирующие предприятия. Это приводило к тому, что новые изобретения и разработки своевременно не доводились до общественности [Лукьянов, 1948, с. 488]. К тому же в основной своей массе, пожалуй, за исключением горной и металлургической отрасли, российская промышленность не была готова к инновациям и конкуренции с иностранными производителями.

Период XVIII — первой половины XIX в. российской истории важен в плане понимания процесса формирования дисциплинарных научных сообществ, фундамента будущих профессий химика, физика, биолога и геолога. Это время, когда происходило становление институтов науки (академии, средних и высших учебных заведений, обществ и управленческих структур в экономике); когда появлялись первые исследовательские лаборатории, кафедры, ботанические сады и опытные поля, научно-изыскательские экспедиции, естественно-научные кабинеты, музеи, редакции научных и научно-просветительских журналов, научно-технические комитеты и советы. Все это привело к созданию новых рабочих мест: от должностей академиков и профессоров до лаборантов и хранителей музейных коллекций.

В данном процессе можно обозначить определенные этапы становления дисциплинарных естественно-научных сообществ в российском социуме, что было сделано в одной из предыдущих работ [Родный, 2016, с. 188–189]. На первом этапе, назовем его «профессиональным», который берет свое начало с петровских реформ, были заложены основы стратификации государственно-хозяйственной деятельности и установлены социальные критерии их оценки. В определенной степени это был перенос европейской цеховой структуры на отечественную почву государственного монополизма. Здесь можно говорить о создании только рамок «матрицы естественно-научных профессий», где были заданы социальные стандарты, в которых могли существовать будущие естествоиспытатели. Второй этап, «академический», начался с организации АН с ее Академическим университетом. Во второй четверти XVIII в. закладывались первые «текстовые сообщения» этой матрицы благодаря научной, научно-педагогической и научно-производственной деятельности первых естествоиспытателей. Тогда же появляются когнитивно-институциональные структуры науки. Третий этап, «учебный», захватывает вторую половину XVIII и начало XIX в. и в первую очередь характерен развитием научно-педагогической деятельности; созданием базы отечественных научно-педагогических кадров во вновь открытых учебных заведениях: Московском университете, инженерных школах и медицинских академиях. Четвертый этап, «корпоративный», захватывает первую четверть XIX столетия. В это время усилились тенденции предыдущего периода, связанные с научно-педагогической деятельностью естествоиспытателей, значительно увеличилась численность студентов и преподавателей естественно-научных дисциплин во вновь открытых университетах крупных центров Российской империи; возникшая корпорация научно-педагогических кадров, вписалась в иерархическую систему государственных служащих. И вместе с тем в этой корпорации возросла роль естествоиспытателей, что показывает история организации научных и научно-практических обществ, созданных преимущественно при университетах. И, наконец, со второй четверти XIX в. можно говорить о пятом, «ведомственном» этапе становления дисциплинарных сообществ, когда в рамках государственных организаций (министерств и ведомств) под эгидой научно-технических комитетов, советов и комиссий стала создаваться экспериментальная база для научно-произ-

водственной деятельности. Исходно заложенная когнитивно-институциональная матрица отечественного естествознания, несла в себе черты специализации и дисциплинарности. Однако дисциплинарные границы в реальной жизни преодолевались учеными весьма свободно. Пожалуй, тем свободнее, чем масштабнее была личность естествоиспытателя. Процесс специализации, начавшийся с организации АН, продолжался в университетах, а затем и в научных обществах. Уже в первой половине XIX в. сформировались в качестве самостоятельных научных и учебных дисциплин ботаника, зоология, анатомия, минералогия, химия и физика. Правда, сами естествоиспытатели далеко не всегда позиционировали себя в какой-то одной из этих дисциплин, особенно находясь в университетской среде, где институциональный менталитет был выше, чем предметный (дисциплинарный) или функциональный (полевой и камеральный, теоретический и прикладной, экспериментальный и инструментальный) [Родный, 2016, с. 505].

Карьерные траектории естествоиспытателей

В России уже до создания АН были приглашенные из Европы ученые-естествоиспытатели на службу в государственные учреждения и в дома знатных сановников в качестве врачей и учителей. Таким учреждением, где появились первые естествоиспытатели-натуралисты, была Канцелярия Главной аптеки (с 1721 г. Медицинская канцелярия) с Аптекарским огородом (Медицинским садом). Сотрудники Канцелярии занимались сбором лекарственных трав, выращиванием и селекцией полезных для врачебной практики растений.

Для этой деятельности был приглашен *Д. Г. Мессершмидт* (1685–1735) — доктор медицины университета в Галле, занимавшийся врачебной практикой. В 1818 г. он прибыл в Петербург и почти сразу же был отправлен в Сибирскую экспедицию (1719–1927), где ему удалось собрать ценные естественно-научные коллекции и подготовить многотомный отчет «Обозрение Сибири, или Три таблицы простых царств природы». Кроме того, Мессершмидт провел огромную работу по сбору археологического и этнографического материала, а также сведений метеорологического, географического и картографического характера. После образования АН он стал получать оттуда задания, что позволило ему значительно обогатить собранные коллекции. Однако, занимаясь трудной экспедиционной работой, Мессершмидт испортил отношения с начальством как Коллегии, так и АН. В результате конфликтов у него задерживали зарплату и вознаграждения за работу; некоторое время он даже провел в тюрьме, но продолжил службу после освобождения. Только в 1731 г. Мессершмидт покинул Россию, но вскоре вернулся в Петербург, где до самой смерти не мог добиться заслуженного признания [Мессершмидт, 2017].

Профессиональная карьера ботаника *И. Х. Буксбаума* (1693–1730) сложилась благополучнее. Еще до приезда в Россию Буксбаум прослушал лекции по ботанике и медицине в университетах Лейпцига, Виттенберга, Йены и Лейдена, но диплома врача в отличие от Мессершмидта не получил. Но уже в 1721 г. сумел напечатать свой первый ботанический труд и сразу привлек к себе внимание натуралистов. В том же году Буксбаум приехал по приглашению в Медицинскую канцелярию, где организовал Аптекарский огород и читал лекции по ботанике; в 1724–1728 гг.

был командирован в качестве врача в Константинопольское посольство; совершил экспедиционные поездки по Турции, Кавказу и Сибири; собрал коллекции растений, животных и окаменелостей для АН. В 1729 г. по состоянию здоровья Буксбаум вернулся в Германию, где на следующий год умер, оставив после себя обширную ботаническую коллекцию и многотомный труд, посвященный растительному миру Турции и Кавказа. В 1725 г. Буксбаум стал первым членом АН по кафедре ботаники и профессором ботаники и натуральной истории [Волков, 2003, с. 81–82].

Выпускник Виттенбергского университета *И. Г. Сигезбек* (1686–1755) до приезда в Россию в 1735 г. по приглашению архиепископа (президента) Медицинской канцелярии, 16 лет занимался врачебной практикой. В Петербурге он был назначен заведующим Аптекарским огородом и одновременно врачом с правом преподавания ботаники в Медицинской школе при Морском госпитале. В 1738 г. Сигезбек издал первый каталог растений Аптекарского огорода, а в 1742 г. был принят на работу в АН профессором ботаники с обязанностью заведовать Ботаническим садом. Там он проработал 5 лет, но был уволен президентом АН К. Г. Разумовским на том основании, что «адъюнктом Крашенинниковым и без него пробавиться можно... да и нужды в ботанической науке при Академии такой нет, чтоб профессора на столь великом иждивении за одну только ботанику содержать» [Сигезбек, 2017]. Покинув Россию, Сигезбек последние годы занимался врачебной практикой у себя на родине в Германии.

Государственная политика по поиску и промышленной переработке полезных ископаемых осуществлялась «горным ведомством» (с 1700 г. — Приказом рудокопных дел, с 1705 г. — Сенатом и губернаторами, с 1715 г. — Рудной канцелярией, перебазированной из Москвы в Петербург, а с 1718 г. Берг- и Мануфактур-коллегиями) [Приказ, 2015]. По этому ведомству служили такие известные деятели горного дела, как, например, металлург *И. А. Шлаттер* (1708–1768), естествоиспытатель *А. М. Карамышев* (1744–1791), химик и горный инженер *И. В. Авдеев* (1818–1865).

Шлаттер, окончив гимназию в Берлине, приехал с отцом — горным мастером в Россию, где в 1722 г. поступил на службу в Берг-коллегию пробирным мастером, где сделал успешную карьеру, став в 1726 г. заведующим пробирной частью Монетного двора, в 1754 г. директором, а в 1760 г. президентом Берг-коллегии. Шлаттер разработал новые способы разделения драгоценных металлов, отливки и чеканки монет; опубликовал работы в области металлургии, принесшие ему известность не только в России, но и за рубежом. В 1763–1767 гг. вышла в свет его фундаментальная 3-томная работа «Обстоятельное описание рудного плавильного дела» [Шлаттер, 2017].

Следует подчеркнуть, что Шлаттер одним из первых в России специалистов получил возможность заниматься исследовательской работой и даже готовить специалистов горного дела, имея государственную лабораторию, созданную в Берг-коллегии его отцом — Г. Шлаттером под покровительством президента этого учреждения В. Я. Брюса. Вот как характеризует ситуацию И. Н. Юркин, занимавшийся историей первых химико-металлургических лабораторий Петербурга: «Так, учреждение, созданное для управления казенной и контроля за частной промышленностью, обращается к прикладным научным исследованиям, к технологическим экспериментам — развивает «ведомственную» науку. Так оно же развивает специальное образование. Петербургская лаборатория на бывшем царицыном дворе нигде школой не названа, но что же это, как не узкоспециализированная школа? Так

по первоначальному замыслу независимые от науки и образования проекты трансформировались, приобретая новую для них функциональную составляющую» [Юркин, 2013, с. 114].

Карамышев в отличие от Шлаттера долго и серьезно учился: сперва в Екатеринбургском горном училище, затем в Московском университете, а после Уппсальском университете, где в 1764 г. под руководством К. Линнея защитил диссертацию «О необходимости развития естественной истории в России». Ее основой послужили материалы, собранные им о растениях Сибири. После возвращения в Россию Карамышев получил должность маркшейдера при Берг-коллегии и преподавал в Горном училище Санкт-Петербурга (1773–1778) химию и металлургию. В 1779–1789 гг. он продолжал службу по горному ведомству; и в 1790 г. за свои заслуги получил чин коллежского советника. Карамышев занимался аффинажем серебра, проводил опыты по изготовлению искусственных драгоценных камней, предложил рецепт получения кармина и открыл пять новых месторождений серебра [Карамышев, 2017].

В первой половине XIX в. уже большинство естествоиспытателей из «горного ведомства» имели специальное образование. Так, карьера Авдеева в качестве промышленного химика началась сразу после окончания Института корпуса горных инженеров в 1836 г. Прибыв на службу в Екатеринбург в 1838 г., он вошел в штат Екатеринбургской заводской лаборатории, где в 1840 г. стал ее управляющим. В 1840–1843 гг. Авдеев находился в зарубежной командировке во Франции, Германии и Бельгии. В 1845 г. помимо обязанности руководить лабораторией его назначили смотрителем Екатеринбургской заводской библиотеки, минералогического и физического кабинетов. В 1856 г. Авдеев переехал в Москву, став старшим лаборантом Главной пробирной палаты, а в 1861 г. — ее директором. В научном плане его интересовало изучение химического состава горных кристаллических пород; публиковался в «Горном журнале», который в то время являлся основным отечественным изданием для статей в области химии. Кроме того, Авдеев изучал процессы амальгамации золотосодержащих руд, выяснял причины отравлений угарным газом при выплавке золота, создал электрохимический способ извлечения золота [Авдеев, 2017].

Организация АН дала принципиально новую возможность естествоиспытателям выстраивать свою профессиональную карьеру. Первыми ее членами были исключительно иностранные подданные, а затем с 1740-х гг. в ее рядах стали появляться и россияне. Профессиональная карьера иностранных подданных, приглашенных на службу в АН, в определенной степени зависела от того бэкграунда, который они имели до приезда в Россию. Понятно, что стартовые позиции были разными: у признанных в Европе ученых и выпускников европейских университетов или студентов и гимназистов, зачисленных в Академическую гимназию. Так, магистр философии Тюбингенского университета, впоследствии автор первого в мире руководства по синдесмологии *И. Вейтбрехт* (1702–1747) в 1725 г. стал адъюнктом АН с правом чтения лекций по анатомии. Через 5 лет он сумел получить звание «доктора медицины», в 1736 г. — академика и профессора по кафедре анатомии, а через год — по физиологии. Когда в 1743 г. закончился его контракт с АН, то он не продлевался в течение 3 лет. Тогда Вейтбрехт обратился в высокие инстанции и был восстановлен в академическом звании, но через год скоропостижно скончался [Волков, 2003, с. 108–109].

Также выпускник Тюбингенского университета, доктор медицины *И. Г. Гмелин* (1709–1755), сразу по прибытии в Россию в 1727 г. был принят в АН, где первоначально занимался коллекциями Кунсткамеры и анатомированием; в 1730 г. стал адъюнктом,

а через год получил звание академика и возглавил кафедру химии и натуральной истории. Гмелин был одним из руководителей Камчатской экспедиции (1733–1743), где собирал коллекции, проводил метеорологические наблюдения и описывал сырьевую базу заводов Урала. В 1747 г. он возглавил кафедру ботаники и натуральной истории, но из-за конфликта с академическим начальством покинул Россию и возвратился в Тюбинген. В 1751–1752 гг. в Геттингене Гмелину удалось опубликовать свои дневники «Путешествие по Сибири», а собранные коллекции по натуральной истории после смерти он завещал Петербургской АН [Волков, 2003, с. 148].

Еще один выпускник Тюбингенского университета, физик и математик, автор работ по гидродинамике, теплоте, оптике, акустике и магнетизму *Г. В. Крафт* (1701–1754) с 1725 по 1744 г. прослужил в АН, став в 1731 г. академиком, он возглавил кафедру теоретической и экспериментальной физики. Крафт первым в России провел опыты по калориметрии; сумел значительно расширить приборную, инструментальную и демонстрационную базу Физического кабинета АН, сделав его одним из лучших в Европе. Ему пришлось заниматься далекими от физики вещами, как, например, разработкой плана Петербурга или составлением гороскопов для императрицы. Несмотря на свое высокое положение в АН Крафт в 1744 г. вернулся в Тюбинген, став профессором математики местного университета [Волков, 2008, с. 155].

В отличие от Вейтбрехта, Гмелина и Крафта морфолог и систематик растений *И. Гертнер* (1732–1791) приехал в Россию в 1768 г. уже известным ученым, оставив профессорскую должность в Тюбингенском университете, сразу став академиком, профессором ботаники, директором Ботанического сада и заведующим Кабинетом естественной истории АН. Однако через два года он отказался от всех занимаемых должностей и вернулся в Германию, чтобы полностью посвятить себя научной деятельности [Волков, 2008, с. 136].

Также уже известным ученым, ординарным членом Берлинской АН по классу математики и астрономии в 1757 г. на должность профессора физики в АН был приглашен *Ф. У. Т. Эпинус* (1724–1802). Главная причина его эмиграции в Россию была экономической, где зарплата в три раза была выше, чем он получал в Берлине. Основные работы Эпинуса находились в области электричества и магнетизма; он первым в мире сконструировал ахроматический микроскоп. Одновременно со службой в АН Эпинус в 1760–1765 гг. состоял профессором физики элитного Шляхетского сухопутного кадетского корпуса, что было значительной прибавкой к его жалованью. Эпинус создал прецедент, когда академику было разрешено совмещение с основной работой. По большому счету его исследовательская работа в области естествознания закончилась в 1765 г., когда Эпинус был зачислен в Коллегию иностранных дел, где в течение 33 лет возглавлял шифровальную службу России. Этот переход был вызван несогласием ученого с нравами, царившими в АН при решении научных споров. Все годы, находясь в России и приняв ее подданство, Эпинус вел чрезвычайно активную деятельность: давал уроки физики и математики царским особам, являлся членом комиссии по учреждению народных училищ, принимал участие и в других государственных проектах [Новик, 1999].

Одним из выдающихся физиков первой половины XIX в. был *Э. Х. Ленц* (1804–1865). Еще студентом Дерптского университета он по рекомендации своего профессора физики был взят в кругосветное путешествие под командованием О. Е. Коцебу (1823–1826), где занимался океанологическими исследованиями. В 1827 г. Ленц по их результатам получил степень доктора философии Гейдельбергского универ-

ситета. Приехав в Петербург, он вначале преподавал физику в Училище Св. Петра, помогая профессору Г. Ф. Парроту в Физическом кабинете АН, а затем в 1828 г. становится адъюнктом по физике, в 1830 г. — экстраординарным, а в 1834 г. — ординарным академиком. С 1830-х гг. его главной темой являлось изучение электромагнитных явлений. В 1836 г. Ленц, не прерывая работу в АН, возглавил кафедру физики и физической географии Петербургского университета; в 1840 г. он назначается деканом физико-математического факультета, а в 1863 г. ректором университета. Помимо университета Ленц многие годы преподавал физику в Морском кадетском корпусе (1835–1841), Михайловском артиллерийском училище (1848–1861) и Главном педагогическом институте (1851–1859) и участвовал в различных правительственных комиссиях [Ленц, 2017].

Пожалуй, самым авторитетным химиком в России во второй половине XVIII в. был *Т. Е. Ловиц* (1757–1804). Его труды внесли вклад в различные направления химии (органическую, неорганическую и физическую). При этом Ловиц не закончил никакого учебного заведения. Проучившись 2 года в Академической гимназии, он в 1776 г., поступил учеником в Главную аптеку в Петербурге; в 1780–1783 гг. повышал свое образование в Геттингенском университете, а затем путешествовал по Европе. С 1784 по 1797 гг. Ловиц снова работает в Главной аптеке, где прошел путь от лаборанта и провизора до аптекаря, выполнив за это время значительную часть своих исследований. Находясь на службе в Главной аптеке, а с 1797 г. занимаясь исследованиями в домашней лаборатории, Ловиц сумел сделать академическую карьеру, став в 1793 г. академиком. С 1783 г. он являлся членом Вольного экономического общества и автором публикаций в его журнале работ по химической технологии [Волков, 2008, с. 140–141].

Эстафету Ловица в АН принял один из основоположников термохимии *Г. И. Гесс* (1802–1850). Так же, как и Ловиц, он приехал в Россию вместе со своим отцом еще ребенком. После окончания Дерптского университета в 1825 г. со званием «доктора медицины», где было хорошо поставлено преподавание химии; он затем полгода совершенствовал образование в Стокгольмском университете, у знаменитого химика Я. Берцелиуса. После чего работал врачом в Иркутске, участвовал в небольших экспедициях по Сибири и Уралу, занимался исследованиями в области минералогии, геологии и химии, публиковался в научных журналах. Работы Гесса не остались незамеченными; и ему в 1828 г. руководством АН было предложено стать адъюнктом; в 1830 г. экстраординарным, а в 1834 г. — ординарным академиком. Свою деятельность в АН он начал с реконструкции Химической лаборатории, которую расширил, оборудовал новейшей аппаратурой и снабдил всеми необходимыми реактивами. В 1831 г. Гессу было разрешено для «независимого существования» президентом АН работа по совместительству. С 1832 г. по 1948 г. его активная научная и педагогическая деятельность продолжалась одновременно в качестве ординарного профессора в нескольких учебных заведениях Петербурга: Технологическом училище, Горном кадетском корпусе, Главном педагогическом институте и Михайловском артиллерийском училище. В период с 1842 по 1848 г. Гесс уже почти не занимался научной работой, а только педагогической. За свои заслуги Гесс получал многочисленные поощрения как от АН, так и от Корпуса горных инженеров [Гесс, 2017].

Развитием химического направления в минералогии занимался *В. М. Севергин* (1765–1826), целенаправленно изучавший состав и строение минералов. Образование Севергин получил в Академической гимназии (1776–1784) и Геттингенском

университете (1785–1789). Сразу же после возвращения на родину он был избран адъюнктом по кафедре минералогии АН, а в 1793 г. стал академиком и профессором с правом преподавания химии и минералогии. В АН Севергин проработал до самой своей смерти в 1826 г.; где 6 раз избирался членом Комитета ее правления. В 1801 г. создал «Технологического журнала» и стал его главным редактором, а также был одним из основателей в 1817 г. Минералогического общества [Волков, 2008, с. 199].

Со второй половине XVIII в., после открытий новых учебных заведений (Московского университета (МУ), медико-хирургических академий, педагогических училищ, горного, инженерного и морского кадетских корпусов) возможности для занятий научной деятельностью увеличились. Эти возможности в первой половине XIX в. еще больше расширились за счет организации новых университетов, научных обществ и естественно-научных музеев. Развитие промышленности, сельского хозяйства и здравоохранения способствовало появлению прикладной науки с ее лабораториями, мастерскими, опытными полями, анатомическими театрами и экспериментальными производствами, а это, в свою очередь, приводило к созданию новых рабочих мест для людей склонных к научной деятельности.

Далеко не сразу естественно-научная проблематика находила себе место в деятельности структуры отечественных учебных заведений. Исследования в области естественных наук в МУ начались только в конце XVIII в. Первые профессора и преподаватели занимались в основном чтением лекций и демонстрацией опытов, а исследовательская работа их интересовала только, чтобы быть в курсе достижений современной науки. Одним из первых, кого можно считать естествоиспытателем в МУ был анатом, физиолог и один из лучших врачей Москвы *Е. О. Мухин* (1766–1850), который в 1813 г. стал ординарным профессором. Занимаясь врачебной практикой и педагогической работой и в Московском отделении Медико-хирургической академии (МО МХА), и в других учебных заведениях, и находясь на разных административных постах, он сумел опубликовать важные научные результаты по анатомии, физиологии и практической медицины [Волков, 2003б, с. 517].

Если Мухин пришел в МУ, имея уже опыт преподавания в Медицинской школе, то *И. А. Двигубский* (1771–1840) начал свою профессиональную карьеру сразу после его окончания. В 1797–1802 гг. он состоял смотрителем кабинета естественной истории; после защиты магистерской диссертации по зоологии в 1798 г. получил должность адъюнкт-профессора с правом читать публичные лекции по естественной истории. Получив степень доктора медицины, Двигубский был командирован в Европу для совершенствования в области натуральной истории, химии и медицины. Через два года, вернувшись в университет, он был определен по кафедре «технологии и наук, относящихся к торговле и фабрикам» экстраординарным профессором, где читал помимо технологии и минералогии, а с 1808 г. получил ординарного профессора геологии и химической технологии. С 1813 до 1827 г. он возглавлял кафедру физики, а затем, до выхода в отставку в 1833 г., — кафедру ботаники. Двигубский являлся с 1830 г. заслуженным профессором физики и естественной истории, активно занимался административной работой: был секретарем университетского Совета (1809–1826), деканом физико-математического факультета (1818–1826), проректором и ректором университета (1826–1833) цензором и ревизором московских училищ. В 1820–1829 гг. Двигубский издавал один из первых в России естественно-научных журналов «Новый магазин естественной истории, физики, химии и сведений экономических» [Волков, 2003, с. 163].

В отличие от АН, где у естествоиспытателей был интерес к теоретическим проблемам химии, то в МУ эта наука была представлена исключительно в прикладном аспекте (медико-химическом и химико-технологическом). Тот же Двигубский, преподававший химическую технологию и издавший учебник по этой дисциплине, был скорее дидактиком, компилятором и просветителем, нежели экспериментатором или теоретиком. Надо сказать, что химия, в университетах в отличие от медико-биологических дисциплин не была приоритетной наукой, а ее кафедры возглавляли преимущественно люди с врачебным образованием, склонные к химико-фармацевтической работе. Кафедры же химической технологии в университетах служили для естествоиспытателей лишь ступенькой в их научной карьере.

Так, интерес к прикладным проблемам науки был ярко выражен в деятельности доктора медицины Геттингенского университета и профессора кафедры химии МУ *Ф. Ф. Рейса* (1778–1852). Основные его работы лежали в русле аналитической и коллоидной химии, связанных с медициной. Кроме МУ где он проработал с 1804 г. по 1834 г. за вычетом нескольких лет, связанных с войной 1812 г., Рейс одновременно в 1817–1834 гг. возглавлял кафедру химии и фармакологии МО МХА, став там академиком в 1828 г. После отставки Рейс около 5 лет продолжал чтение курсов, но в 1839 г. вместе с семьей уехал в Штутгарт, где провел последние годы своей жизни [Волков, 2004, с. 188].

После открытия университетов в крупных городах Российской империи там довольно успешно стала развиваться наука. Это иллюстрируют научные биографии российских химиков в университетах Дерпта и Казани. Так, типичные для своего времени «фармацевтические университеты» прошел *К. К. Клаус* (1796–1864). В Санкт-Петербурге он работал учеником в аптеке; сдал экзамены в МХА на звание аптекарского помощника; затем на провизора в Дерптском университете; а в 1817 г. в МХА получил звание аптекаря; после чего управлял аптеками в Казани и Саратове. Только после этого началась его научная карьера в качестве ассистента химической лаборатории Дерптского университета, где он защитил магистерскую диссертацию по фитохимии. В 1837 г. Клаус был утвержден адъюнктом по кафедре химии и назначен заведующим химической лаборатории Казанского университета. Там он в 1838 г. после защиты докторской диссертации получил звание экстраординарного профессора, а в 1843 г. — ординарного профессора. Однако, несмотря на успешную карьеру в Казани, Клаус в 1851 г. перешел в Дерптский университет на вакансию ординарного профессора фармации. На этой должности он оставался до конца своих дней. Ему принадлежит заслуга открытия химического элемента — рутения; разработки новых методов разделения платиновых металлов и получения их в чистом виде; установления аналогии между триадами химических элементов и пионерские среди отечественных ученых исследования в области фитохимии [Волков, 2004, с. 106].

Так же с Казанью связана биография одного из создателей (вместе с С. А. Воскресенским) отечественной школы химиков-органиков и первого президента Русского химического общества *Н. Н. Зинина* (1812–1880). Окончив Математическое отделение Казанского университета в 1833 г. и начав там преподавать аналитическую механику, гидростатику и гидродинамику, он в 1835 г. неожиданно в приказном порядке был переведен на свободную вакансию по кафедре химии, так как в университете не было специалистов в этой области знаний. Защитив диссертацию в 1836 г. и став адъюнктом химии, Зинин на два года был командирован в Германию, Францию и Англию для ознакомления с организацией там химического образования.

Затем еще два года он работал под руководством знаменитого Ю. Либиха в Гисене, где выполнил свое первое экспериментальное исследование. Вернувшись в Казань, в 1841 г. Зинин защитил докторскую диссертацию и был утвержден экстраординарным профессором по кафедре химической технологии, а в 1845 г. стал ординарным профессором. В 1848 г. он возглавил кафедру химии и физики МХА в Петербурге, а с 1856 г. стал ее академиком. Там Зинин читал все курсы химии (органическую, неорганическую и аналитическую), занимался исследовательской работой в химической лаборатории и был ученым секретарем МХА (1852–1864). Уже ученым с мировым именем он стал в 1858 г. экстраординарным, а в 1865 г. — ординарным академиком АН [Волков, 2004, с. 87–88].

Изучение процесса формирования дисциплинарных естественно-научных сообществ затрагивает и проблему соотношения центра и периферии в профессиональной карьере ученого. Так, российские химики, находились на периферии профессии, по крайней мере, по отношению к своим французским, английским и немецким коллегам в Европе. В основном немецкие выпускники и преподаватели университетов Йены, Геттингена, Лейпцига, Берлина, Тюбингена, Виттенберга и Страсбурга стояли у истоков отечественной химической науки и химического образования.

Если в первой половине XVIII в. центром химии был Санкт-Петербург с его АН, то в конце столетия можно говорить о биполярной структуре региональной химии, где вторым центром стала Москва с ее университетом. Однако и там и там наукой занимались отдельные ученые, мало взаимодействующие друг с другом. Впервые о прототипе научной школы в области химии на территории Российской империи можно говорить только по отношению к медико-фармацевтической школе Дерптского университета. Там в первой половине XIX в. целенаправленно ставились и решались химико-аналитические проблемы медицинской науки и практики. Но, по существу, «химического» центра в России не было ни в Дерпте, ни в Санкт-Петербурге, ни в Москве, ни в Казани, где только стала зарождаться своя химическая школа.

В профессиональном плане сообщество химиков сформировалось только в 60-е гг. XIX в. Региональным центром его стал уже окончательно Санкт-Петербург, где кроме АН имелись разнопрофильные учебные заведения, Русское химическое общество, созданное в 1868 г., а также научно-практические комитеты различных министерств и ведомств, занимавшихся решением прикладных проблем химической науки. «Ближней» периферией этого сообщества были Москва, Дерпт, Казань и Харьков, где химические исследования получили постоянную университетскую прописку, а «дальней» периферией были Вильно, Киев и Одесса с эпизодическими всплесками работ в этой области науки [Родный, 2013, с. 98].

Заключение

Анализ историко-научного, в том числе и научно-биографического материала, связанного с периодом XVIII — первой половины XIX в., позволяет высказать утверждение, что суммарный вектор процесса профессионализации научной деятельности в российском социуме был результатом сложения трех его составляющих ролевого, ведомственного и дисциплинарного векторов. Ролевой вектор определял ученых как исполнителей функциональных операций в разных практиках (лабора-

торной, экспедиционной, экспертной, административной, педагогической и производственной). Ведомственный вектор характеризовал существование ученых как представителей академических, вузовских и отраслевых корпораций. Дисциплинарный вектор отражал специфику деятельности ученых как членов определенных дисциплинарных сообществ (ботаников, химиков, минералогов и др.).

Здесь можно проследить определенные тенденции. Во-первых, в естествознании возрастала роль эксперимента. Эта тенденция ярче всего проявилась в развитии «лабораторной базы» научно-практической деятельности, которая начиналась с «пробовальных палаток» и аптек, а ко второй половине XIX в. приобрела почти современные черты в лице исследовательских лабораторий. Однако масштабы отечественной лабораторной практики были не только значительно меньше, чем в экономически развитых странах Европы, а относительно не велики по сравнению с ее же инфраструктурой. Другими словами, соотношение естествоиспытателей, способных вести экспериментальные работы, к общему числу высококвалифицированных кадров было незначительным. Но люди, обладающие этими способностями, как правило, были успешны в своей профессиональной карьере, даже если результаты их исследований были оценены только последующими поколениями ученых. Основные же направления научной работы естествоиспытателей находились в русле собирания и систематизации сведений по естественной истории, анатомии и физиологии; изучению природных физических и физико-химических явлений; эмпирическому поиску полезных ископаемых; а также химическому анализу природного сырья и готовой товарной продукции.

Во-вторых, по мере расширения экспериментальной базы науки возрастала ведомственная мобильность естествоиспытателей. С момента организации АН деятельность ее членов не была изолированной, сконцентрированной только на задачах в рамках этого учреждения, а сопрягалась с работой различных государственных ведомств. В последней четверти XVIII в. можно говорить об «эмбрионе» существовании академической, вузовской и отраслевой науки. Если вузовская наука была представлена университетами и педагогическими училищами (институтами), то отраслевая, преимущественно специализированными медицинскими, инженерными и военными учебными заведениями, а также экспериментальной базой здравоохранения, промышленности и сельского хозяйства. Ведомственная карьера естествоиспытателя в плане получения должностей, денежного вознаграждения, социального престижа и научного признания, как правило, протекала более успешно, когда он был профессионально мобилен, задействован и в академической, и вузовской, и отраслевой науке. Так, важным этапом для академических ученых стала реальная возможность с 1760-х гг. совмещать их научную работу с преподавательской деятельностью в других учебных учреждениях помимо Академического университета, который в эти годы уже престал функционировать.

В-третьих, развитие естествознания шло по пути становления отдельных научных дисциплин. Несмотря на то, что еще при организации АН в когнитивно-институциональном плане вектор становления отечественного естествознания был задан на специализацию, но в реальности ситуация складывалась таким образом, что ученые строго не придерживались в своей деятельности дисциплинарных (кафедральных) рамок, занимаясь пусть и не всегда углубленно широким кругом естественно-научных проблем. Но уже в первой половине XIX в. стала заметна тенденция на специализацию. Это определялось как логикой развития самого естествознания,

так и экстенсивной институционализацией отечественной науки, связанной, в первую очередь, с созданием в высших учебных заведениях новых специализированных когнитивно-институциональных структур (кафедр, лабораторий, кабинетов, музеев и т.д.).

Наиболее благоприятные условия для научных занятий имели представители медико-биологических дисциплин, где под эгидой «медицинского ведомства» уже во второй половине XVIII в. сложилась научная инфраструктура врачебной практики с учебными госпиталями и анатомическими театрами, лабораториями аптек и аптечными огородами, медицинскими и естественно-научными кафедрами и кабинетами, химическими и химико-фармацевтическими лабораториями учебных заведений. Со второй четверти XVIII в. естествоиспытатели — служащие Медицинской канцелярии, не только имели рабочие контакты с АН, а некоторые из них даже стали ее членами, что, конечно, способствовало их научной профессионализации.

Если первые естествоиспытатели, вышедшие из горной отрасли были самоучками, то во второй половине XVIII в. более успешными в профессиональном плане стали те, кто имел университетское или инженерное образование, а в первой половине XIX в. лицо геолого-минералогических наук уже определяли выпускники Горного кадетского корпуса. Научная инфраструктура «горного ведомства», сложившаяся к этому времени, включала в себя такие элементы как естественно-научные кабинеты и минералогические музеи, геолого-разведывательные экспедиции, химико-аналитические лаборатории и физико-механические мастерские при заводах и учреждениях.

В АН первой половины XVIII в. профессиональная карьера складывалась удачнее у тех естествоиспытателей, кто приехал в Россию, уже имея какой-то опыт научной работы. Иностранные ученые вплоть до XIX в. составляли большинство членов АН. Работая по контракту, они расценивали свое пребывание в России как временное. Их продвижение по карьерной лестнице далеко не всегда зависело от результатов научной деятельности, которые были мало понятны не только администрации АН, но и малочисленному и к тому же разделенному по специальностям академическому сообществу. Оценка ученых во многом зависела от их педагогической и экспертной работы. Поэтому довольно часто происходили конфликты ученых, как с представителями администрации, так и друг с другом, что не редко заканчивалось их отъездами за границу для продолжения профессиональной карьеры в более комфортных условиях европейских университетов. К тому же менталитет иностранных ученых, особенно прошедших школу «прогрессивных» европейских университетов — «очагов просвещения», как, например, Тюбингенского университета, не выдерживал не только российского «варварства», но и плотного соприкосновения со своими коллегами выходцами из более «консервативных» университетов. В определенной степени похожая ситуация была с иностранцами и в университетах, но только с той разницей, что университетские свободы несколько смягчали административное давление на профессоров и преподавателей.

Процесс профессионализации ученых коррелирует с процессом их социализации. Чем больше возможностей ученый имеет для занятий исследованиями, тем ему легче социализироваться. Первые члены АН фактически были ее заложниками, не имея, по существу, возможностей заниматься исследованиями в других местах, кроме как на редких должностях в ведомствах, а также в домашних лабораториях, личных мастерских и усадьбах вельмож. Развитие научной инфраструктуры различ-

ных ведомств создало дополнительные условия для социализации естествоиспытателей, но только для тех, кто был профессионально мобилен. Это давало для них потенциальную возможность заниматься наукой, а также педагогическими и технологическими практиками. Если в развитых западноевропейских странах процесс социализации естествоиспытателей активно шел в первой половине XIX в., то в России он имел шаг запаздывания, по крайней мере, на полстолетия, что, в первую очередь, было связано со слабым развитием отечественной промышленности, где концентрировалась основная масса химиков и физиков.

Литература

- Авдеев, Иван Васильевич // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 11.07.2017).
- Андреев А. Ю. Российские университеты XVIII — первой половины XIX века в контексте университетской истории Европы. М., 2009. 648 с. (URL: <http://www.e-reading.club/book.php?book> (дата обращения: 10.08.2016)).
- Биология в Санкт-Петербурге. 1703—2008: Энциклопедический словарь. СПб., 2011. 568 с.
- Вернадский В. И. О научном мировоззрении // Вернадский В. И. Избранные труды по истории науки. М., 1981. С. 32—75.
- Вернадский В. И. Очерки по истории естествознания в России в XVIII столетии // Вернадский В. И. Труды по истории науки в России. М., 1988. (URL: <http://lib.ru/FILOSOF/WERNADSKIJ/hist-rus.txt> (дата обращения: 10.02.2017)).
- Вишленкова Е. А., Ильина К. А. Об ученых степенях и о том, как диссертация в России обрела научную и практическую значимость // Новое литературное обозрение. 2013. Т. 122. № 4. С. 84—107. URL: <http://magazines.russ.ru/nlo/2013/122/15v-pr.html> (дата обращения: 09.02.2016)
- Вишневецкий Л. М., Иванов Б. И., Левин Л. Г. Формула приоритета. Л., 1990. 206 с.
- Волков В. А., Куликова М. В. Российская профессура. XVIII — начало XX в. Биологические и медико-биологические науки. Биографический словарь. СПб., 2003. 548 с.
- Волков В. А., Куликова М. В. Российская профессура. XVIII — начало XX в. Химические науки. Биографический словарь. СПб., 2004. 275 с.
- Волков В. А., Куликова М. В. Российская профессура. XVIII — начало XX в. Физико-математические науки. Биографический словарь. СПб., 2008. 360 с.
- Гесс Герман Иванович // Электронная библиотека: Научное наследие России. URL: <http://e-heritage.ru/ras/view/person/history.html?id=47015586> (дата обращения: 11.07.2017).
- Карамышев, Александр Матвеевич // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 14.07.2017).
- Колесников А. П. Организация и управление изобретательством и патентным делом в СССР с 1917 по конец 30-х годов. М., 1993. 204 с.
- Ленц Эмилий Христианович // Электронная библиотека: Научное наследие России. URL: <http://e-heritage.ru/ras/view/person/history.html?id=42041143> (дата обращения: 18.07.2017).
- Лукьянов П. М. История химических промыслов и химической промышленности России до конца XIX века. Т. 1. М. — Л., 1948. 544 с.
- Мессершмидт, Даниэль Готтлиб // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 09.06.2017).
- Мирский М. Б. Медицина России XVI—XIX вв. М., 1996. 376 с.
- Мосичева Т. А. История гимназического образования в России. URL: <http://gym1517.narod.ru/sbornik/uchenik/Akolzina.htm> (дата обращения: 28.05.2017).
- Новик В. К. Академик Франц Эпинус (1724—1802): Краткая биографическая хроника // Вопросы истории естествознания и техники. № 4. 1999. С. 4—35.

Пинкевич А. П. Основы методики естествознания. М., 1930. 271 с.

Приказ рудокопных дел // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 21.16.2015).

Родный А. Н. Роль врачей и фармацевтов в формировании профессионального сообщества химиков // Экспериментальная биология: страницы истории. ИИЕТ РАН. М., 2013. С. 73–100.

Родный А. Н., Елина О. Ю., Кузнецова Н. И., Кривошеина Г. Г. Изучение процессов социализации и профессионализации российских ученых в XVIII — первой половине XIX в. // Вопросы истории естествознания и техники. Т. 37. № 3. 2016. С. 479–505.

Родный А. Н. Механизмы появления дисциплинарных границ в процессе становления естественно-научных сообществ в России // Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова. Годичная научная конференция (2016). Т. 1. М., 2016. С. 185–189.

Сигезбек, Иоганн Георг // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 23.05.2017).

Шлаттер, Иван Андреевич // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения: 28.05.2017).

Юркин И. Н. Петербургские лаборатории Берг-коллегии в первые годы ее существования // ВИЕТ. № 3. 2013. С. 97–115.

A Professional Career of Russian Scientist in the 18th and first half of the 19th centuries

ALEXANDER N. RODNY

Institute for the History of Science and Technology, RAS,
Moscow, Russia;
e-mail: anrodny@gmail.com

Abstract: The processes of professionalizing and socializing of scientists in the Russian society of the 18th — first half of the 19th centuries were considered. The focus was done on a retrospective comprehension of the concept of “professional career of a scientist”. The dynamics of cognitive-institutional structures’ emergence (educational departments, natural-science offices and museums, chemical laboratories, search expeditions, etc.) as the basic elements of scientific activity was tracked. The presence of these structures and professional mobility of scientists gives an idea of the origins of academic science, university science and branch science in Russia.

The main focus was done on interdepartmental mobility of scientists in St. Petersburg Academy of Sciences, the universities, medical-surgical academies, Medical Chancery, Mining Cadet Corps and Corps of Mining Engineers. On the basis of scientific and biographical material are reflected the options for people to come into the science and their further career trajectories. A great attention was paid to biographies of the foreign scientists, with which the local science began. In the majority they were professors, teachers, graduates and students of European universities. Therefore time before arrival to the country and after homecoming was touched along with the period of their stay in Russia. The stages and tendencies of formation of the scientists’ community in Russia were presented. The prerequisites of formation of disciplinary scientific communities in the context of logic of various professional groups’ development (doctors, druggists, metallurgists, mining engineers, teachers, etc.) were revealed. It was noted that process of socializing of local scientists was accompanied by growth of a role of an experiment in science and formation of separate science disciplines. But even in the middle of the 19th century, this process in Russia had a delay step, at least, on half-century, what has been connected with poor development of the domestic industry where the bulk of the European chemists and physicists concentrated. Conclusions which were drawn in the context of the conducted research may represent a reference point for further study of historical and sociological problems of scientists’ professional activity.

Keywords: professional career of scientist, professional mobility of scientist, scientists, national history of the 18–19 century science, scientific discipline, subject matter, cognitive-institutional structures.

References

“Avdeev, Ivan Vasilyevich” in *Vikipediya*, available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Accessed 11 Jul. 2017).

Andreyev, A. Yu. (2009), The Russian Universities in the XVIII — the first half of the XIX century in the Context of University history of Europe, Moscow, Russia, available at: <http://www.e-reading.club/book.php?book> (Accessed 10 Aug. 2016).

Biology in St. Petersburg: 1703–2008: Encyclopedic Dictionary (2011), St. Petersburg, Russia.

Vernadsky, V.I. (1981), “About Scientific World-Outlook” in Vernadsky, V.I., *The chosen works on Science History*, Moscow, Russia, pp. 32–75.

Vernadsky, V.I. (1988), “Sketches on Natural Sciences History in Russia in the XVIII century” in Vernadsky, V. I. *The Works on the History of Science in Russia*, Moscow, Russia, available at: <http://lib.ru/FILOSOF/WERNADSKIJ/hist-rus.txt> (Accessed 10 Feb. 2017).

Vishlenkova, E.A. and Ilyina, K.A. (2013), “About Academic Degrees, and How the Thesis in Russia Found the Scientific and Practical Importance”, *The New Literary Review*, vol. 122, no. 4, pp. 84–107, available at: <http://magazines.russ.ru/nlo/2013/122/15v-pr.html> (Accessed 9 Feb. 2016)

Vishnevitsky, L.M., Ivanov, B.I. and Levin, L.G. (1990), *A Priority Formula*, Leningrad, Russia.

Volkov, V.A. and Kulikova, M.V. (2003), *Russian Professorate. The XVIII — the beginning of the XX centuries, Biological and Medico-Biological Sciences*, Biographic Dictionary. St. Petersburg, Russia.

Volkov, V.A. and Kulikova, M.V. (2003), *Russian Professorate. The XVIII — the beginning of the XX centuries. Chemical Sciences*, Biographic Dictionary, St. Petersburg, Russia.

Volkov, V.A. and Kulikova, M.V. (2008), *Russian Professorate. The XVIII — the beginning of the XX centuries. Physical-mathematical sciences*, Biographic Dictionary, St. Petersburg, Russia.

“Hess Herman Ivanovich” in *Electronic Library: Scientific Heritage of Russia*, available at: <http://e-heritage.ru/ras/view/person/history.html?id=47015586> (Accessed 11 Jul. 2017).

“Karamyshev, Alexander Matveevich” in *Vikipediya*, available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Accessed: 14 Jul. 2017).

Kolesnikov, A.P. (1993), *The Organization and Management of Invention and Patent Matter in the USSR since 1917 until the end of the 30th years*, Moscow, Russia.

“Lenz Emily Khristianovich” in *Electronic Library: Scientific Heritage of Russia*, available at: <http://e-heritage.ru/ras/view/person/history.html?id=42041143> (Accessed 18 Jul. 2017)

Lukyanov, P.M. (1948), *History of Chemical Crafts and Chemical Industry of Russia until the End of the 19th Century*, vol. 1, Moscow-Leningrad, Russia.

“Messerschmidt, Daniel Gottlieb” in *Vikipediya*, available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Accessed: 9 Jun. 2017).

Mirsky, M.B. (1996), *A Medicine of Russia in the XVI–XIX centuries*, Moscow, Russia.

Mosicheva, T. A. The History of Gymnasia Education in Russia, available at: <http://gym1517.narod.ru/sbornik/uchenik/Akolzina.htm> (Accessed 28 May 2017).

Novik, V.K. (1999), “Academician Franz Epinus (1724–1802): Short Biographic Chronicle”, *Questions of History of Natural Sciences and Equipment*, no. 4, pp. 4–35.

Pinkevich, A.P. (1930), *Natural Sciences’ Method Bases*, Moscow, Russia.

“Order of Mining Affairs” in *Vikipediya*, available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Accessed 21 Nov. 2015).

Rodny, A.N. (2013), “The Role of Doctors and Druggists in a Formation of Chemists’ Professional Community” in *Experimental Biology: Pages of History*, IHST RAS, Moscow, Russia, pp. 73–100.

Rodny, A.N., Elina, O. Yu., Kuznetsova, N.I. and Krivosheina, G.G. (2016), "An Examination of the Processes of the Russian Scientists' Socialization and Professionalizing in the 18th and the first half of the 19 century", *Studies in the History of Science and Technology*, vol. 37, no. 3, pp. 479–505.

Rodny, A.N. (2016), "The Mechanisms for an Emergence of Disciplinary Borders in the Course of Formation' Natural-Science Communities' in Russia" in *S. I. Vavilov Institute for the History of Sciences and Technology*, An Year scientific conference, vol. 1, Moscow, Russia, pp. 185–189.

"Sigezbek, Johann George" in *Vikipediya*, available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Accessed 23 May 2017).

"Shlatter, Ivan Andreevich" in *Vikipediya*, available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (Accessed 28 May 2017).

Yurkin, I.N. (2013), "The St. Petersburg Laboratories' Berg College in the First Years Its Existence", *Studies in the History of Science and Technology*, no 3, pp. 97–115.

НАТАЛЬЯ АЛЕКСЕЕВНА ПАКШИНА

кандидат технических наук,
доцент кафедры прикладной математики
Арзамасского политехнического института (филиала) Нижегородского
государственного технического университета им. П. Е. Алексеева;
Арзамас, Россия;
e-mail: nataliapakshina@mail.ru



УДК 316.77+ 94(47)

Некоторые аспекты становления молодых ученых в среде дворянской интеллигенции в последней трети XIX века

Статья посвящена изучению особенностей формирования преемственности поколений. В процессе исследования был применен историко-биографический метод. Использовано такое направление истории, как «коллективная биография», или просопография. Автор знакомит читателей с традициями и укладом нескольких широко известных в России семей. В статье представлены ближайшие родственники знаменитых российских ученых: физиолога Ивана Михайловича Сеченова, математика Александра Михайловича Ляпунова, филолога Бориса Михайловича Ляпунова математика, механика и кораблестроителя Алексея Николаевича Крылова. Следует отметить, что и сами они доводились друг другу близкими родственниками. Одним из главных источников человеческого таланта является наследственность, или генетика. Семьи Ляпуновых, Сеченовых и Крыловых дали миру очень много талантливых ученых. Но нельзя не принимать во внимание воспитание, образование и влияние окружающих людей. Объективной основой благоприятных взаимоотношений и гармоничной преемственности поколений являются крепкие семейные традиции. Говорится о родственном общении в среде дворянской интеллигенции. Статья знакомит читателей с некоторыми неизвестными фактами биографий великих ученых, основанными на воспоминаниях близких им людей. Научное значение их открытий настолько велико, что кажется, невозможно говорить о них, как об обычных людях. Но, статья представляет нам совершенно новые грани личностей этих людей. В ней обращается внимание на такие формы досуга, как хоровое пение, прогулки, игры и беседы. Любая новая информация о жизни и деятельности известных ученых представляет определенный научный интерес. Материал статьи базируется на уникальных неопубликованных письмах, устных рассказах и воспоминаниях современников.

Ключевые слова: Сеченовы, Ляпуновы, Крыловы, общение, преемственность поколений, Васильевский остров, XIX век.

*Интеллигентность создается незаметно,
воспитывается в разговорах,
в выборе мест для прогулок,
в замечаниях по поводу увиденного.*

Д. С. Лихачёв

Соприкасаясь с творческим наследием выдающихся личностей, мы невольно проявляем интерес к образу их жизни пытаюсь понять, как они достигли таких вершин мысли и вдохновения. Что способствовало становлению и развитию их природного дара, который не всегда просто заметить и развить даже во вполне благополучной среде?

Распространяя этот вопрос на сферу науки, мы приходим к необходимости серьезно изучать не только деятельность, но и жизнь крупных ученых, вопросы их становления, а также широко и доступно освещать их творческие биографии.

В данной статье обсуждается вопрос о воспитании и формах родственного общения в одном из кругов дворянской интеллигенции в последней трети XIX в., в который входили различные поколения ученых, составивших гордость отечественной и мировой науки.

Не так давно автору посчастливилось познакомиться с неопубликованными письмами тети, адресованными племяннице и членам ее семьи (имена их пока не называем). Сама она жила в Санкт-Петербурге и регулярно встречалась и общалась с ближайшими родственниками, о жизни которых и рассказывала. Написаны они были в конце 70-х годов XIX в. В целом письма носят характер родственный, семейный, и описаны в них большей частью будничные, незначительные события. Однако они позволяют нам приоткрыть завесу над ушедшей от нас эпохой, почувствовать ее аромат. Эти письма заставили посмотреть на участников родственных встреч на Васильевском острове по-новому, в определенной мере оживить их. Итак, читаем старые письма.

В рамках данной публикации нет возможности привести все одиннадцать писем в полном объеме, поэтому здесь рассматриваются два наиболее характерных.

1877—31/III Пасха

«Христос Воскресе, дорогие родные Николай Александрович, Сонечка, Сашенька и Алеша! Всех Вас поздравляю с праздником и желаю здоровья.

На Пасху видели Николашу, он приходил в первый день к Михайловским, но досадно мне, что я не имела ... минуты, чтобы поговорить с ним одним. Он пришел, когда уже все сидели за обедом, после обеда сейчас же стал играть в карты с Иваном Михайловичем, Николаем Андреевичем и Анной Михайловной, так до тех пор как идти домой, а шли мы вместе с Сашей, так что нельзя было с ним поговорить. Он как будто сам избегал остаться со мной, а мне все хотелось узнать, как он живет и в каком положении его финансы. Он был ужасно худ, и лицо у него совсем осунулось, говорит, что здоров, но сильно занимается. А я все думаю, что забота сделала его таким худым. Звала я его к себе, но он не обещал, говорит, что экзамены начнутся... Один экзамен богословие он сдал...

...У нас, слава Богу, теперь все здоровы. Как Наташа прослушает весь курс, так мы поедем в деревню, будем там дожидаться Вас, приехали бы Вы и Сашенька, да погостили бы у нас подольше. Теперь некоторые из Наташенькиных подруг вышли уже из гимназии Спешеневой? И держат экзамен на диплом. Наташе же предстоит эта история осенью.

Третьего дня мы были с Наташей на печальной церемонии, а именно на похоронах окружного инспектора Савинова, который покровительствовал гимназии Спешеневой. Сама она, т. е. Спешенева с воспитательницами, все девочки и многие из учителей провожали его. Девочки шли за гробом с венками и букетами в руках.

У нас началась весна...и было очень тепло, да вдруг опять другой день страшный холод. Прощайте, дорогие друзья.

Будьте здоровы.

Любящая Вас много.

*Екатерина ****

Приписка от мужа:

От Р. М.

Поздравляю Вас всех с праздником и желаю здоровья и всяких земных благ, и, между прочим, не забывать.

Искренне преданный Вам.

Еще приписка от Наташи:

Целую Вас, милые Сонечка и Саша, поздравляю с праздником; Николаю Александровичу и Алеше кланяйтесь. Писать решительно нечего, поэтому заканчиваю свою приписку. Ваша Н.

[Сеченова, Сеченов, 1877, от 31.03.1877].

А вот другое письмо, также датированное 1877 годом. И автор, и адресаты те же. «1877 г. 23/IX — сент.

Милые дорогие друзья Сонечка, Николай Александрович и Сашенька!

Вы, я думаю, удивитесь, что я до сих пор не была ни разу у Алёши и Вам о нем ничего не написала. Проводя Вас, я слезла, и несколько дней пролежала... Сильная слабость, так что я едва таскала ноги. Мысль, что я не могу побывать у Алёши, меня очень беспокоила, наконец, в субботу 17-го, в день твоих именин, Сонечка, он пришел к нам и всех нас порадовал. Говорит, что здоров, не скучает и пансионом доволен. Он прихватил свой табель, где баллы выставлены очень хорошие и написано, что отличается особым вниманием и прилежанием...

...Завтра буду ждать Алёшу к себе. Он прошлую субботу ночевал у нас, и воскресенье провел с нами у Михайловских. Все время он читал, предложили мы ему сходить к морю, да он отказался, впрочем, и хорошо сделал, потому что было очень ветрено и холодно. Михайловские Вам кланяются, им обоим Алёша очень понравился, и они просили его бывать у них. Прощайте, дорогие друзья.

Будьте здоровы, пишите нам.

Любящая Вас много

*Екатерина ****

1877 сентяб. 23-е

Р. С. Рафаил и Наташа Вас целуют [Сеченова, Сеченов, 1877, от 23.09.1877].

Не будем далее испытывать терпение читателей и назовем авторов и адресатов этих писем, а также всех упомянутых в них участников воскресных встреч. Мы увидим, что часть из них — выдающиеся ученые, хотя некоторые на тот момент — совсем молодые люди и гордостью российской науки станут позже. Остальные — это их ближайшие родственники.

Сначала огласим полные имена только трех завсегдатаев воскресных посиделок, которые большинству читателей хорошо знакомы.

Иван Михайлович — знаменитый российский физиолог **Иван Михайлович Сеченов**. Он родился в селе Теплый Стан Курмышского уезда, Симбирской губернии (ныне Нижегородской обл.) в дворянской семье, окончил Главное инженерное училище и Московский университет, заведовал кафедрой в Новороссийском университете, а в рассматриваемый нами период являлся профессором физико-математического факультета Санкт-Петербургского Императорского университета.

Саша — студент Петербургского университета, недавний выпускник Нижегородской губернской гимназии, будущий великий математик, основоположник теории устойчивости движения, академик Петербургской АН **Александр Михайлович Ляпунов**.

Алёша — в 1877 году воспитанник приготовительного пансиона лейтенанта Д. В. Перского, с сентября 1878 года учился в Морском училище. Он станет морским офицером, выдающимся инженером-кораблестроителем, математиком и механиком, академиком Петербургской АН / РАН / АН СССР **Алексеем Николаевичем Крыловым**.



И. М. Сеченов



А. М. Ляпунов



А. Н. Крылов

Авторы писем — семья Сеченовых:

Екатерина Васильевна Сеченова (р. 1834) (урожд. Ляпунова) — родная сестра Михаила Васильевича Ляпунова, известного астронома обсерватории Казанского университета, а позже директора Демидовского лицея в Ярославле, и тетя сразу нескольких выдающихся людей. Назовем только некоторых из них — это:

- уже упомянутый математик и механик, академик Российской академии наук Александр Михайлович Ляпунов,
- известный исполнитель, композитор, искусствовед, музыкальный педагог Сергей Михайлович Ляпунов,
- филолог-славист, академик АН СССР Борис Михайлович Ляпунов,
- химик-органик, профессор Казанского университета Александр Михайлович Зайцев.

И список можно продолжить, но пока остановимся на этом.

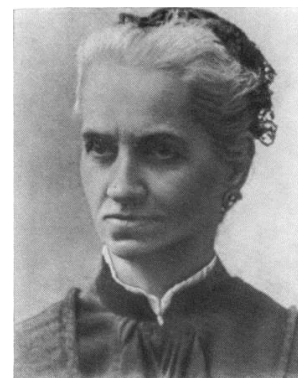
Она родилась и провела детство в Казани, была младшей дочерью в семье. Екатерина Васильевна, как мы можем судить по письмам, была женщина деятельная, активная и очень заботливая.

Ее муж **Рафаил Михайлович Сеченов** (р. 1823) — помещик Симбирской губернии, один из владельцев имения в Тёплом Стане, которое каждым летом становилось местом, где собирались и общались многие известные на всю Россию люди. Некогда учился в Казанской Императорской гимназии, там изучал арабско-персидскую грамоту и словесность и «*через много лет, будучи мировым посредником, он в татарских селах частенько удивлял мулл тем, что сам читал арабский коран, приводя татар к присяге*» [Крылов, 1984, с. 41]. Он хорошо рисовал, чертил и каллиграфически писал любым шрифтом. Был усидчив и аккуратен, и, судя по письмам, имел мягкий покладистый характер. Кроме того, о чем не грех упомянуть, он был родным братом физиолога Ивана Михайловича Сеченова.

Их дочь Наташа (р. 1858) (или **Наталья Рафаиловна Сеченова**) — будущая жена Александра Михайловича Ляпунова (кстати, своего двоюродного брата). На момент написания писем гимназистка. С самого детства отличалась плохим здоровьем. Была очень привязана к родителям, с матерью у нее сложились на редкость теплые и доверительные отношения. Она окончит гимназию в Санкт-Петербурге, а позже будет учиться на Бестужевских курсах. Станет заниматься переводами с сербского языка.



Н. Р. Сеченова



Е. В. Сеченова



Р. М. Сеченов

Адресатами писем являлись:

Софья Викторовна Крылова (р. 1845 или по другим сведениям — 1842) (урожд. Ляпунова) — мать Алёши, будущего профессора Морской Академии Алексея Николаевича Крылова, в 1862 году закончила Нижегородский Мариинский институт благородных девиц.

Ее муж **Николай Александрович Крылов** (р. 1830) — помещик Симбирской губернии, отец знаменитого академика кораблестроителя А. Н. Крылова. Что еще о нем можно добавить? Окончил первый кадетский корпус в Петербурге, участвовал в Крымской войне. Какой-то период был председателем Алатырской земской управы, а позже занимался коммерческой деятельностью. Был действительным членом Императорского общества судоходства. Являлся автором публицистических статей, печатавшихся в столичных журналах, и во многих отношениях был человеком весьма незаурядным.

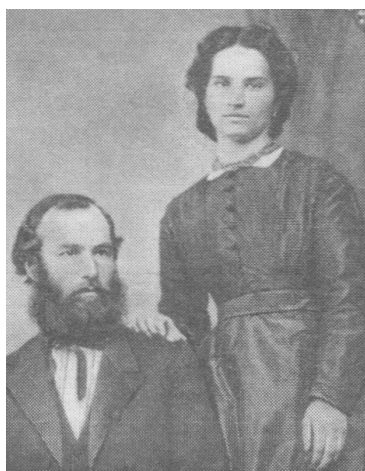
Об ее сестре **Александре Викторовне Анри** (урожд. Ляпуновой) (р. 1849) знаем, к сожалению, немного. Она — воспитанница Нижегородского Мариинского института благородных девиц. Закончила учебное заведение в 1867 году. Александра Викторовна — мать будущего известного ученого физиолога и физико-химика профессора Виктора Анри.

А теперь расскажем о других участниках этих воскресных встреч.

Родная сестра И. М. Сеченова **Анна Михайловна Михайловская** (дев. Сеченова) родилась в 1818 году в Тёплом Стане. Училась в Ярославле, живя там в пансионе, а по возвращении домой стала обучать двух младших сестер и брата Ивана. По воспоминаниям родственников была тихой и скромной. В Тёплом Стане занималась вышиванием. Замуж вышла сравнительно поздно, за приятеля своего младшего брата Николая Михайловского. Сохранилась фотография семейства Сеченовых, где присутствует она и ее муж. Единственно, необходимо сделать оговорку о том,

снимок был выполнен приблизительно году в 1860–1861, т.е. задолго до описываемых событий. Это фотография сейчас находится в Сеченове (Нижегородской губернии), в Краеведческом музее им. И. М. Сеченова [Пакшина, 2015, с. 140]. Была хлебосольной и радушной, возможно по этой причине вся родня на протяжении нескольких лет собиралась именно в ее доме.

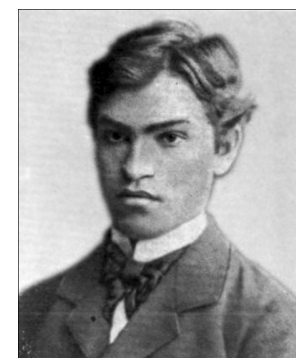
Ее муж **Николай Андреевич Михайловский** (род. 1819 году), в прошлом был офицером, на момент рассматриваемых событий — генерал в отставке [Карякин, 1995, с. 107]. Окончил 2-й кадетский корпус в Санкт-Петербурге, откуда был выпущен в 1843 году. По словам И. М. Сеченова, «учился так хорошо, что вышел офицером в гвардию в Финляндский полк». Будучи еще кадетом, интересовался литературой — у них в корпусе, по его словам, был превосходный преподаватель словесности [Сеченов, 1952, с. 38]. Под конец жизни (практически в описываемый период) имел плохое здоровье, о чем мы можем прочесть в других письмах Е. В. Сеченовой. Из этих писем узнаем, что он очень привязался к юному Алексею Крылову: «*Николай Андреевич так же был в хорошем расположении духа, много рассказывал из своей жизни в корпусе, и Алёша смеялся много... Алёша оставался у Михайловских. Николай Андреевич его очень полюбил и говорил после, что очень приятно провел с ним вечер, удивился, как Алёша развит и умен и вообще хвалил его...*» [Сеченова, Сеченов, 1878, от ??..1878].



Н. А. Крылов и С. В. Крылова

А. М. Михайловская
и Н. А. Михайловский

Николай Викторович Ляпунов (р. 1852) — студент, который через несколько лет будет видным инженером-строителем железных дорог в России. Что касается родственных связей, то он — родной племянник Екатерины Васильевны Сеченовой, это о нем она беспокоится в письмах, называя его «Николаша». Кроме того, он доводился дядей Алёше Крылову, т.е. родным братом Софье Викторовне Крыловой и Александре Викторовне Анри, а также двоюродным братом Александру Ляпунову и Наташе Сеченовой. Пройдет много лет, и Н. В. Ляпунов станет дедушкой выдающегося советского математика, одного из основоположников кибернетики и научного программирования в СССР, член-корреспондента АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова [Воронцов, 2011].



Б. М. Ляпунов



Н. В. Ляпунов

Чтобы не запутаться в этом хитросплетении родственных связей, краткие сведения обо всех рассмотренных в данной статье людях сведем в таблицу 1.

Таблица 1

Участники воскресных встреч на Васильевском острове

Авторы писем	Участники еженедельных встреч	Адресаты
Екатерина Васильевна Сеченова (урож. Ляпунова) (1834–1912)	Иван Михайлович Сеченов (1829–1905)	Софья Викторовна Крылова
	Николай Андреевич Михайловский (1819–1879)	(урож. Ляпунова) (1845–1913)
Рафаил Михайлович Сеченов (1823–1909)	Анна Михайловна Михайловская (урож. Сеченова) (1818–90-е гг.)	Александра Викторовна Анри (урож. Ляпунова) (1849–19??)
	Николай Викторович Ляпунов (1852–1914)	
Наталия Рафаиловна Сеченова (в замуж. Ляпунова) (1858–1918)	Александр Михайлович Ляпунов (1857–1918)	Николай Александрович Крылов (1830–1911)
	Алексей Николаевич Крылов (1863–1945)	

Дело, в котором хранятся письма, озаглавлено как «Д. 37. Письма Н. А. Крылову от Е. и Р. Сеченовых». Но, по сути своей, они адресованы в большей мере его жене — Софье Викторовне Крыловой (урожд. Ляпуновой).

Из этих и других писем следует, что большинство родственников жили на съемных квартирах на Васильевском острове. Иван Михайлович Сеченов напишет: «*Поселились мы на Васильевском острове, этой милой университетской части города, благо все наши родные и друзья... жили там же*» [Сеченов, 1998, с. 178]. Изучение писем позволяет внести ряд уточнений. Семья Ивана Михайловича Сеченова квартировала в 8-й линии, Крыловы — в 13-й. На 17-й линии Васильевского вместе с двумя сокурсниками снимал большую комнату Александр Ляпунов [Сеченов, Сеченова, 1876, от 19.10.1876]. На берегу Невы в пансионе Морского кадетского корпуса жил несколько лет Алексей Крылов. Естественно, столь компактное проживание было обусловлено расположением именно в этом районе Петербурга многих учебных

заведений: и университета, и Морского училища (ранее называемое Морской кадетский корпус), а немного позже, с 1884 года, и Бестужевских курсов.

Следует сказать, что в начале 80-х годов С. В. Крылова и Н. А. Крылов переедут в Петербург, поселятся по адресу: В.О., 13-я линия, д. 24 и станут активными участниками этих воскресных родственных посиделок. В 1881 году в Петербургский университет поступит Борис Ляпунов, а жить он будет вместе с братом Александром в этой самой квартире, в которой по воскресеньям собирались родственники.

Если вернуться в тему данной публикации, то на примере общения членов этих семей мы увидели, что в дворянской среде последней трети XIX века были распространены еженедельные встречи родственников. А само времяпровождение было занято прогулками, разговорами, исполнением песен и, увы, игрой в карты. На некоторых формах проведения досуга в воскресные дни мы и остановим свое внимание.

Позже Иван Михайлович Сеченов в своих автобиографических записках очень ярко живописует эти встречи на Васильевском острове: *«Старики доживали свой век, а молодежь училась с таким рвением... моя внеуниверситетская жизнь протекала преимущественно дома и в кругу родных за невинным бездельем в виде безденежного винта, чтения литературных новостей и даже хорового пения, благо старший Крылов знал множество веселых русских песен, а брат Рафаил был большой любитель пения»* [Сеченов, 1998, с. 182–183].

Тут Иван Михайлович немного поскромничал, не упомянув свою склонность к пению. По воспоминаниям современников, он не только сам любил музыку и пение, но пел в хоре на студенческих вечерах, проводимых на Бестужевских курсах (или Высших женских курсах, как их часто называли). Кроме того, он умел хорошо танцевать, шуточно приговаривая при этом: *«И я дворянин, и я этому учен»* [Фаусек, 2011, с. 118].

Музыка в семьях Ляпуновых, Сеченовых, Крыловых всегда играла очень большую роль. Все они любили ее и многие владели музыкальными инструментами [Пакшина, 2014, с. 109]. Она была не только развлечением, но средством общения на этих традиционных воскресных встречах. И повелось это с Тёплого Стана, когда гостиная старого двадцатикомнатного дома Сеченовых превращалась в нечто среднее *«между научной конференцией и концертным залом»* [Сеченов, 1952, с. 233].

Рассказывая о другом, более раннем периоде своей жизни, И. М. Сеченов также отмечал, что свой досуг проводил *«за дружеской беседой и нередко за картами. Грешный человек, карточную игру, но безденежную ввел я...»* [Сеченов, 1952, с. 175].

Что касается Ивана Михайловича, то эта форма проведения свободного времени, была не слабостью или порочной привычкой, а вполне сознательным выбором. Он в своей жизни много занимался различными вопросами работы мозга: мыслительными процессами, рефлексам головного мозга и проблемами запоминания. И однажды, встретив свою студентку с Высших Бестужевских курсов Ю. И. Андрусову (в замуж. Фаусек), так прокомментировал намерение отдохнуть именно таким образом: *«А я вот еду к сестре на две недели для полного отдыха, сестра старенькая, я с ней в дурачки играть буду, да вот эти романы читать — чудесное дело! Такой отдых каждому человеку нужен, нужно, чтобы мозг поглупел на коротенькое время»* [Фокин, 2007].

Если попробовать проанализировать отношение людей к этой игре на протяжении последних столетий, то мы увидим, что оно претерпело очень большие изменения. В XIX веке игра в карты была очень широко распространена, причем среди самых разных социальных слоев населения Российской Империи.

Хотелось бы обратить внимание читателей на следующий момент — в те времена было принято проводить свободное время вместе с членами семей и близкими родственниками разных возрастов и даже поколений. Мы обсудили то, чему посвящали свой досуг представители дворянской интеллигенции. Рассмотрев досуг великосветских дворян, мы заметим ту же закономерность, и там на балы выезжали не только молодые или среднего возраста люди, но и представители старшего поколения. Конечно, они не танцевали, а чаще коротали время за карточными столами в отдельных комнатах. Но, как бы там ни было, семьи появлялись на званых обедах, в театрах, как правило, в полном составе. Однако вернемся на Васильевский остров.

Нельзя не отметить еще одну особенность родственного общения — это помощь в учебных занятиях. Как в приведенных ранее, так и других письмах, неоднократно упоминается то, что в гимназии, в Морском училище и в университете учиться было очень непросто. Мысль об определенных трудностях в учебе и о напряженном ритме занятий проходит через все письма: *«Наташа просит написать от неё, что она Николаю Александровичу кланяется, а остальных крепко-крепко целует, сама же не пишет за неимением времени»* [Сеченова, Сеченов, 1876, от 19.10.1876]. Или фрагмент из другого письма: *«Наташа здорова, все сидит за книгами и зубрит в ожидании экзамена»*. [Сеченова, Сеченов, 1877, от 28.11.1877]. Напряженно занимались и Александр Ляпунов, и его двоюродный брат Николай Ляпунов [Ляпунов, 1930, с. 9]. Добавим еще, что когда Алеша Крылов поступал в Морское училище, конкурс был шесть человек на место, а точнее 240 экзаменуемых на 40 вакансий [Крылов, 1984, с. 61].

Учеба требовала полной отдачи, а в ряде случаев и дополнительных занятий. Репетиторство было очень широко распространено в Санкт-Петербурге того времени. Об этом пишет и Е. В. Сеченова в одном из писем от 19.10.1876: *«Каждый день видишь в газетах множество публикаций от студентов, которые ищут уроков»* [Сеченова, Сеченов, 1876, от 19.10.1876]. Но в этой ситуации в качестве помощников у Сеченовых, Ляпуновых и Крыловых очень часто выступали не сторонние репетиторы, а ближайшие родственники.

Екатерина Васильевна пишет: *«Вот и Наташины экзамены не за горами, как-то с ними справимся. Сашенька хотела побыть у нас до экзаменов, чтобы быть на первых из них, чему я очень рада»* [Сеченов, Сеченова, 1878, от ?? .01.1878]. Речь идет о намерении Александры Викторовны Анри (Ляпуновой) в свой приезд в Петербург позаниматься со своей двоюродной сестрой Наташей Сеченовой. И эта взаимопомощь, взаимовыручка распространялась не только на слабую здоровьем Наталью Сеченову. И другие участники воскресных встреч помогали друг другу с освоением того или иного курса. Было ли это продиктовано исключительно материальными соображениями? Нет.

Установка помогать в учении родственникам была заложена в традициях семей, как Сеченовых, так и Ляпуновых. Напомним, что Анна Михайловна Михайловская в молодости, живя в Тёплом Стане, занималась со своим младшим братом Иваном. Он в свою очередь дал несколько уроков математики будущему великому математику Александру Ляпунову при подготовке последнего к гимназии.

Пройдет много лет, и здесь на Васильевском острове в квартире вдовы А. М. Михайловской, магистрант Александр Ляпунов будет помогать в освоении некоторых разделов математики профессору Санкт-Петербургского университета Ивану

Михайловичу Сеченову. Эти занятия касались тех тем, которые являлись «особо важными для физиолога» [Ляпунов, 1930, с. 9]. Сам Сеченов так охарактеризовал эти занятия: «...я соблазнился, наконец, возможностью вспомнить, при его помощи, давно забытое, и стал брать у него уроки, занимаясь рядом с этим самостоятельно по учебникам Шлёмльха. В год я одолел учебник Шлёмльха по высшему анализу, но дальше не пошел — опять засосали физиологические работы...» [Сеченов, 1998, с. 183].

Известно также, что Александр Ляпунов занимался с сыном его двоюродной сестры Алешей Крыловым. Математика являлась основой многих специальных морских дисциплин в училище. Алексей знал ее очень хорошо и впоследствии опубликовал ряд выдающихся математических работ, из которых наибольшую известность получил метод подпространств Крылова, широко используемый до сих пор. Он писал, что заинтересовал его этой наукой студент университета Александр Ляпунов. Руководя математическими занятиями юного Крылова, он рассказывал ему о многих новаторских идеях, которые впервые услышал на лекциях Пафнутия Чебышева. Резонно предположить, что уроки проходили на этой самой квартире и именно в выходные дни, ведь воспитанников Морского училища отпускали к родителям или родственникам исключительно по субботам после полудня до 9 часов вечера воскресенья [Крылов, 1984, с. 61].

Итак, о воскресных родственных встречах на Васильевском острове писали очень многие авторы. Прежде всего, свои воспоминания опубликовали непосредственные участники событий И. М. Сеченов, А. Н. Крылов, Б. М. Ляпунов [Сеченов, 1952; Крылов, 1984; Ляпунов, 1930]. Кроме того, петербургскому периоду жизни ученых посвящены страницы книг таких исследователей, как Н. Н. Воронцов, И. С. Карякин, А. С. Шибанов [Воронцов, 2011; Карякин, 1995; Шибанов, 1985].

Рассмотренные письма не несут какой-либо принципиально новой информации, но в то же время позволяют уточнить некоторые детали и даты в жизни участников этих встреч. Приведем только несколько примеров.

Из писем мы узнали о месте проживания многих родственников (пусть пока с точностью до номера линии В.О.). Кроме того, мы познакомились с рядом фактов, касающихся первых лет пребывания юного Алексея Крылова в Санкт-Петербурге и даже с деталями, которые он, видимо, забыл за давностью лет и не упомянул в своей книге «Мои воспоминания» [Сеченова, Сеченов, 1877, от 28.11.1877; Крылов, 1984].

В приложении к «Автобиографическим запискам» И. М. Сеченова, изданным в 1998 году, представлена подробная родословная схема рода Сеченовых, в которой отражены почти все участники воскресных встреч на Васильевском острове. Составлена она профессором Н. М. Артемьевым на базе схемы И. С. Карякина. Из указанных в ней дат следует, что Николай Андреевич в 1870 году уже умер [Сеченов, 1998]. Он, несомненно, был жив, и его квартира стала местом встреч, занятий и отдыха многочисленных родственников Сеченовых-Ляпуновых-Крыловых. Хотя из писем мы не установили точной даты смерти, но теперь есть основание утверждать, что это «около 1879 года». Пусть это не будет упреком к предыдущим авторам-составителям родословных схем, которые, безусловно, выполнили titanicкую работу, чем помогли следующим поколениям исследователей.

И, самое главное, письма позволяют представить атмосферу, в которой проходили эти встречи. Не вызывает сомнений, что родственное общение, в процессе которого обеспечивалась преемственность поколений, не могли не повлиять на формирование будущих ученых.

Процитированные письма находятся в фондах Мемориального музея-кабинета Петра Леонидовича Капицы при Институте физических проблем им. П. Л. Капицы РАН. Автор благодарит директора музея Татьяну Игоревну Балаховскую за содействие в получении доступа к столь интересному эпистолярному собранию.

Литература

- Воронцов Н. Н. Алексей Андреевич Ляпунов. Очерк жизни и творчества. Окружение и личность. М.: Новый хронограф, 2011. 240 с.
- Карякин И. С. Отчая земля. Н. Новгород: Нижегород. гуманитар. центр, 1995. 144 с.
- Крылов А. Н. Мои воспоминания. 8-е изд., стереотип. Л.: Судостроение, 1984. 480 с.
- Ляпунов Б. М. Краткий очерк жизни и деятельности А. М. Ляпунова. Л.: Известия Академии наук СССР. Отделение физико-математических наук, 1930. 24 с.
- Пакишина Н. А. Александр Михайлович Ляпунов: родословная и детские годы. Нижний Новгород: НГТУ, 2015. 191 с.
- Пакишина Н. А. Домашнее музыкальное образование в дворянской среде на примере семьи Ляпуновых // Социально-культурная жизнь российской провинции XVIII — начала XX: коллективная научная монография; [под ред. К. В. Купченко]. Новосибирск: СибАК, 2014. С. 100—120.
- Сеченов И. М. Автобиографические записки. 4-е изд. Нижний Новгород: Изд-во Нижегород. ун-та, 1998. 342 с.
- Сеченов И. М. Автобиографические записки. М.: Издательство Академии медицинских наук СССР, 1952. 290 с.
- Сеченова Е. В., Сеченов Р. М. Письма (11) Н. А. Крылову. (1876—1878) // ИФП им. П. Л. Капицы РАН. Ф. Мемориальный музей-кабинета Петра Леонидовича Капицы. Оп. 1. Д. 37.
- Фаусек (Андрусова) Ю. И. Воспоминания // Историко-биологические исследования. 2011. Т. 3. № 4. С. 90—124.
- Фокин С. И. Память живет в веках // Санкт-Петербургский университет. 2007. № 15 (3763). (URL: <http://www.spbumag.nw.ru/2007/15/11.shtml> (дата обращения: 30.09.2017)).
- Шибанов А. С. Александр Михайлович Ляпунов. М.: Молодая гвардия, 1985. 336 с.

Some Aspects of the Young Scientists' Development among Aristocratic Intelligentsia in the Last Third of the Nineteenth Century

NATALIA A. PAKSHINA

R. E. Alekseev Arzamas Polytechnic Institute,
Nizhny Novgorod State Technical University,
Arzamas, Russia;
e-mail: Nataliapakshina@mail.ru

Abstract: The paper examines essential characteristics of the formation of continuity of generations. The historical-biographical method was applied in the process of research. Such direction of history, as a “collective biography”, or prosopography was used. The author acquaints readers with the traditions and way of several well-known families in Russia. The article presents the closest relatives of famous Russian scientists Ivan Sechenov, mathematician Alexander Lyapunov, philologist Boris Mikhailovich Lyapunov and mathematician, mechanic, shipbuilder Alexei Krylov. It should be noted that they were all close relatives. One of the main sources of any human talent is heredity, or genetics. The families

of the Lyapunovs, Sechenovs and Krylovs has given the world a large talent pool of scientists. But one can not ignore the education, upbringing and influence of the people around them. The caring family tradition are the objective basis of good relations and harmonious succession of intergenerational. It is a question of a close relationship among the nobility intelligentsia. The article allows you to learn some unknown facts of great scientists biographies based on the memories of people close to them. The scientific impact of their research is so tremendous that it seems impossible to talk about them as an ordinary people. But, the paper presents us new edges of this outstanding man. The attention is drawn to such forms of leisure, as choral singing, walking, talking, games. Any new information about life and activities of well-known scientists is important and acquires scientific interest. We present here unique unpublished letters, the sources of oral history and the memories of contemporaries.

Keywords: Sechenovs, Lyapunovs, Krylovs, communication, intergenerational continuity, Vasilievsky Island, XIX century.

References

- Fausek (Andrusova), Yu.I. (2011), "Vospominaniya" [Memories], *Istoriko-biologicheskie issledovaniya* [Studies in the History of Biology], vol. 3, no. 4, pp. 90–124.
- Fokin, S.I. (2007), "Pamyat zhiwet v vekakh" [Memory lives in the ages], *Sankt-Peterburgskiy universitet*. [St. Petersburg University], no. 15 (3763), available at: <http://www.spbumag.nw.ru/2007/15/11.shtml> (Accessed 30 Sept. 2017).
- Karyakin, I.S. (1995), *Otchaya zemlya* [Earth of ancestors], Nizhegor. gumanit. tsentr, Nizhny Novgorod, Russia.
- Krylov, A.N. (1984), *Moi vospominaniya* [My memories], 8th ed., stereotip. Sudostroenie, Leningrad, Russia.
- Lyapunov, B.M. (1930), "Kratkiy ocherk zhizni i deyatelnosti A. M. Lyapunova" [Brief essay on the life and activities of A. M. Lyapunov] in *Izvestiya Akademii Nauk SSSR. Otdelenie Fiziko-Matematicheskikh nauk*, Leningrad, Russia.
- Pakshina, N.A. (2015), *Aleksandr Mihajlovich Lyapunov: rodoslovnaja i detskie gody* [Alexander Mikhailovich Lyapunov: pedigree and childhood], NGTU, Nizhny Novgorod, Russia.
- Pakshina, N.A. (2014), "Domashnee muzykalnoe obrazovanie v dvoryanskoy srede na primere semi Lyapunovykh" [Homemade musical education in a noble family based on the example of the Lyapunov family] in Kupchenko, K.V. (ed.) *Sotsialno-kulturnaya zhizn rossiyskoy provintsii XVIII — nachala XX* [Social and cultural life of the Russian province of the XVIII — early XX centuries], kollektivnaya nauchnaya monografiya, SibAK, Novosibirsk, Russian, pp. 100–120.
- Setchenov, I.M. (1998), *Avtobiograficheskie zapiski* [Autobiographical notes], 4th ed., Nizhny Novgorod University Publ. house, Nizhny Novgorod, Russia.
- Sechenov, I.M. (1952), *Avtobiograficheskie zapiski* [Autobiographical notes], Izdatelstvo Akademii meditsinskikh nauk SSSR, Moscow, Russia.
- Sechenov, Ye.V. and Sechenov, R.M. (1876–1878), *Pisma (11) N. A. Krylovu* [The letters (11) to Krylovs], IFP im. P. L. Kapitsy RAN. F. Memorialnogo muzeya-kabineta Petra Leonidovicha Kapitsy. [Memorial museum-office of Peter Kapitz], op. 1, d. 37.
- Shibanov, A.S. (1985), *Aleksandr Mikhaylovich Lyapunov* [Alexander Mikhailovich Lyapunov], Molodaya gvardiya, Moscow, Russia.
- Vorontsov, N.N. (2011), *Aleksey Andreevich Lyapunov. Ocherk zhizni i tvorchestva. Okruzhenie i lichnost.* [Alexei Andreevich Lyapunov. Essay of life and creativity. Environment and personality], Novyy khronograf, Moscow, Russia.

НАУКА В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

ДМИТРИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ СЕВОСТЬЯНОВ

Кандидат медицинских наук,
доцент кафедры кадровой политики и управления персоналом
Новосибирского государственного аграрного университета,
Новосибирск, Россия
e-mail: dimasev@ngs.ru



ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА ПАВЛЕНКО

Старший преподаватель кафедры изобразительного искусства
Института искусств
Новосибирского государственного педагогического университета,
Новосибирск, Россия;
e-mail: tvpavlenko@mail.ru



УДК 378.1

Действующий закон об образовании: анализ инверсивных отношений

В статье анализируются положения действующего Закона об образовании. Рассматриваются концептуальные погрешности, без исправления которых данный закон является малоэффективным. Основная проблема, которая заложена в концепции закона об образовании, заключается в его направленности на частные, а не на общественные интересы. Это положение дел возникло вследствие приоритета либеральных ценностей. Такая ситуация отчасти объяснима тем, что в СССР общественным интересам уделялось весьма значительное внимание, больше, чем частным интересам. Маятник общественных настроений качнулся затем в другую сторону. Но интересы промышленности, обороны, здравоохранения, образования и других отраслей в любом случае должны быть соблюдены. Российская система образования необходима главным образом для того, чтобы обеспечивать эти отрасли хорошо подготовленными специалистами. Главнейшим заказчиком кадров было и остается государство, поскольку кадры необходимы для реализации масштабных национальных проектов. Однако в первой статье Закона об образовании не сказано ни слова об этом. Там упомянуто лишь право личности на получение образования. В самом тексте Закона также отсутствует описание целостной системы по подготовке кадров для интересов народного хозяйства страны. Это свидетельствует о наличии инверсии ценностей, которая присуща составителям данного закона. Инверсией здесь называется форма отношений в иерархической системе, когда низший элемент начинает

главенствовать в иерархии, формально оставаясь на своей невысокой иерархической позиции. Развитие инверсий в системе означает наличие в ней кризисных явлений. Таким образом, рассматриваемый Закон есть лишь зеркало кризисных явлений в отечественном образовании.

Ключевые слова: Закон об образовании, кризис в образовании, ценности, иерархия, инверсия.

Введение

В последние годы и даже десятилетия общим местом стало утверждение о том, что отечественное образование переживает кризис. Это состояние образовательной отрасли в разных вариациях в общем остается постоянным с самого распада СССР. Во всяком случае, не приходится утверждать, что в российском образовании мы наблюдаем, наоборот, всеобщее процветание.

Природа этих кризисных явлений носит, очевидно, системный характер, и преодолеть их, соответственно, предстоит путем системного подхода, для чего требуется государственная воля и принятие решений опять-таки на государственном уровне. В связи с этим представляется целесообразным рассмотреть особенности Закона об образовании [273-ФЗ, 2012], на основании которого фактически работает вся образовательная отрасль в нашей стране.

С момента вступления в силу ныне действующего Закона об образовании прошло уже пять лет. Видимо, пришла пора для некоторого подведения итогов, а также для анализа сильных и слабых сторон этого закона. Разумеется, закон в его нынешней редакции представляет собой результат многочисленных правок и согласований, в ходе которых многие недостатки данного основополагающего документа уже были устранены. Однако никакие частные правки не в состоянии помочь в том случае, если допущенные при проектировании закона ошибки носят принципиальный характер.

Инверсивный анализ

Для того чтобы определить наличие и характер подобных концептуальных погрешностей, необходим специальный аналитический инструмент. В данном случае при исследовании особенностей данного закона применен анализ инверсивных отношений (инверсивный анализ) [Севостьянов, 2015]. Коротко говоря, этот исследовательский метод направлен на выявление в той или иной иерархической системе инверсивных отношений, или инверсий.

Под инверсией понимается такое положение дел в иерархической системе, при котором низший, подчиненный элемент иерархии по факту приобретает в ней ведущие, лидирующие позиции, формально оставаясь на своем прежнем невысоком иерархическом положении. Иначе говоря, инверсия есть противоречие между функцией элемента в иерархии и его местом в ней. Ситуация, когда противоречий в иерархии нет и в ней полностью соблюдены изначальные иерархические отношения, далее будет именоваться *ордером*. Инверсии представляют собой ключевую форму внутрисистемных противоречий, и потому их исследование исключительно важно при оценке кризисных явлений в отечественном образовании.

Как возникают инверсивные отношения? Они становятся возможными, когда в иерархической системе одновременно действуют несколько организационных принципов, которые определяют характер отношений между элементами данной системы. Каждый такой принцип определяется каким-либо свойством соподчиненных в иерархии элементов. Пока все эти принципы ориентированы в одном направлении, в системе отсутствуют инверсии и сохраняются изначальные иерархические отношения ордера. Инверсии развиваются в том случае, когда одни организационные принципы начинают противоречить другим. Иначе говоря, в силу одного своего свойства иерархический элемент должен формально оставаться в подчиненном положении; но у него есть и другое свойство, позволяющее ему фактически возглавить иерархию. Приведем простейший пример. Если в социальной иерархии высшую позицию занимает самый образованный субъект, то можно говорить о том, что в данной системе действует образовательный организационный принцип. Если же в системе принято, чтобы ее возглавлял старший по возрасту, то в ней, следовательно, действует и хронологический принцип. Пока эту систему возглавляет самый старший и *одновременно* самый образованный субъект, в ней действуют отношения ордера, а инверсий не наблюдается. Но если кто-то из относительно молодых людей в данной системе окажется более образованным, чем возглавляющий ее патриарх, то инверсии будут налично. Не исключено, что вместо управления данной системой энергия ее участников будет уходить на дележку властных полномочий, что и приведет систему к распаду. Мало того, для решения практических вопросов придется выбирать, какой организационный принцип более значим — хронологический или образовательный? Иными словами, сами организационные принципы тоже образуют в этом случае иерархию — иерархию второго порядка.

Итак, если инверсии получают развитие в данной системе и не находят более или менее конструктивного разрешения, то такая ситуация способна привести данную систему к разрушению и краху; система в этом случае рухнет под тяжестью внутренних противоречий. В первую очередь, как уже показано, речь идет в этом случае о социальных системах.

Известно, что в социальной системе элементарными единицами являются отдельные люди. Они, собственно, и образуют социальную иерархию, и инверсии в такой иерархии — довольно частое дело. Однако инверсивные отношения возможны не только непосредственно между самими людьми, как элементами социума. Дело в том, что применительно к каждой социальной системе действует целый ряд производных иерархических систем, таких, как иерархии целей, ценностей, мотивов. В этих иерархиях также возможно развитие инверсий, и подобные инверсии способны отражаться на породившей их социальной системе самым неприятным образом. Обращаясь к анализу инверсивных отношений, например, в системе ценностей, мы тем самым определяем проблемы и перспективы общества, в котором данные ценности получили развитие. Ценностные подходы непременно получают отображение и в таких документах, как рассматриваемый здесь Закон.

Скажем, один организационный принцип в иерархии ценностей показывает, насколько ныне действующие ценности направлены на поддержание целостности и дальнейшего существования социальной системы, в которой они получили развитие. В этом случае высшими ценностями должны считаться ценности просоциальные, а все прочие ценности занимают в аксиологической иерархии

низшее, подчиненное положение. Назовем такой организационный принцип конституциональным.

Однако этот принцип — не единственный. Помимо него, в данной системе действует, как минимум, еще один принцип — количественный, или мажоритарный. В соответствии с этим принципом, в данном обществе более значимой выглядит та ценность, которую разделяет и поддерживает большее количество людей. Кризисные явления в обществе возникают тогда, когда в нем налицо ценностная инверсия — просоциальные ценности поддерживает меньшинство, а большинство является сторонниками ценностей эгоистических, с точки зрения конституционального принципа относящихся к низшему порядку.

Образование и государство

Обращаясь к Закону об образовании, оценим, какая ситуация в ценностной иерархии нашла в нем отображение. Этот Закон, будучи актом, принятом на государственном уровне, должен основываться на некоторой концепции, определяющей характер взаимоотношений государства и его граждан. Дело в том, что к роли и значению государства для каждого гражданина существуют различные, порой диаметрально противоположные подходы.

Рассмотрим первый из этих подходов; его последователей принято называть государственниками. Исторически сложилось так, что государственность как институт стала, прежде всего, формой самоорганизации людей, позволяющей решать задачи, непосильные для отдельных граждан, действующих в рамках проявления частной инициативы, и их немногочисленных объединений. В связи с этим стоит вспомнить весьма красноречивое высказывание Фридриха Энгельса из ныне уже подзабытого «Анти-Дюринга»: «Сколько ни было в Персии и Индии деспотий, последовательно расцветавших, а потом погибавших, каждая из них знала очень хорошо, что она, прежде всего — совокупный предприниматель в деле орошения речных долин, без чего там невозможно какое бы то ни было земледелие. Только просвещенные англичане сумели проглядеть это обстоятельство в Индии; они запустили оросительные каналы и шлюзы, и лишь теперь, благодаря регулярно повторяющимся голодовкам, они начинают, наконец, соображать, что пренебрегли единственной деятельностью, которая могла бы сделать их господство в Индии правомерным хотя бы в такой степени, в какой было правомерно господство их предшественников» [Энгельс, 1988]. Но и в современной России государство, прежде всего, выступает в роли совокупного предпринимателя во многих вопросах — прежде всего, в деле защиты собственных граждан, в охране их здоровья и безопасности, а также в разнообразных энергетических, инфраструктурных и иных масштабных проектах, которые всегда были и будут востребованы в нашей огромной стране. Строительство космодромов и морских портов, железнодорожных магистралей и атомных электростанций, проведение Олимпийских игр и иных спортивных мероприятий мирового уровня, возведение уникальных сооружений, вроде Керченского моста, реализация приоритетных национальных проектов — все это немыслимо без государственного участия. Собственно, наша страна и заняла свое нынешнее геополитическое положение исключительно благодаря решению таких общегосударственных задач. И все это,

среди прочего, нуждается в огромном количестве специалистов, обучение которых и возлагается на отечественное образование. Таким образом, основным и наиболее масштабным заказчиком по отношению к системе образования выступает государство, которому требуется подготовка военных, административных, медицинских, научно-педагогических, инженерно-технических и прочих кадров. Именно выполнение государственного заказа становится в этой ситуации основной внешней целью, на которое направлена деятельность системы образования. Следует помнить, что в настоящее время вклад государства и государственных компаний в валовом внутреннем продукте Российской Федерации составляет около 70% [Бюллетень о развитии конкуренции, 2016]. Наконец, можно привести уместное здесь мнение Аристотеля: очевидно, государство существует по природе и по природе предшествует каждому человеку; поскольку последний, оказавшись в изолированном состоянии, не является существом самодовлеющим, то его отношение к государству такое же, как отношение любой части к своему целому [Аристотель, 1983]. И даже такой поборник либеральной демократии, как Френсис Фукуяма, посвятил специальный труд тому, насколько важно иметь в стране сильное государство и сколько неприятностей несет в себе государство слабое [Фукуяма, 2006]. Все вышесказанное показывает, насколько велика роль государства и государственных структур в жизни страны, и насколько значимой является их ценностная характеристика при определении стратегических направлений развития образования. Это не говорит о том, что интересы работодателя, не имеющего отношения к государству, должны быть как-либо ущемлены; вопрос лишь в расстановке приоритетов. Но государство, как форма общественной самоорганизации, если оно исполняет свои функции, прежде всего, олицетворяет собой совокупность общественных интересов. Поэтому речь идет не только и не столько о роли государства-работодателя, сколько о принципиальном приоритете интересов общества. Ведь и в частном секторе экономики производство по необходимости также носит общественный характер.

Проявление неолиберальных тенденций

К сказанному, справедливости ради, необходимо присовокупить важное замечание: описанная выше ситуация присуща социальным системам, в которых, применительно к иерархии общественных ценностей и мотивов, сохранены отношения ордера. Однако предоставленное само себе и поставленное вне общественного контроля государство нередко проявляет тенденцию к этатизму, к подчинению воли отдельных лиц исключительно интересам государства и игнорированию личных свобод. На практике это означает, что правящие классы обслуживают не интересы общества в целом, а свои собственные интересы. Это означает также, что в мотивации правящего социального слоя получили развитие инверсивные отношения, которые грозят данной социальной общности большими неприятностями. История показывает, что общество способно терпеть весьма серьезные властные злоупотребления, при условии, что просоциальные мотивы в деятельности власть имущих остаются преобладающими, и не склонно терпеть ничего, как только такие мотивы начинают игнорироваться.

В значительной мере как реакция на подобные обстоятельства, сформировался и другой подход, фактически сводящий деятельность государства только к обеспечению прав отдельных граждан. Согласно такому подходу, в самом примитивном его выражении, «чем меньше государства, тем лучше». Данный подход присущ нынешним неолибералам и представлен также в либертарианской философии; он предполагает неприемлемость всякого общественного и государственного принуждения и декларацию безграничных личных свобод по устройству индивидуальной жизни.

В постсоветской России, по ряду причин исторического порядка, получили значительное распространение именно подобные неолиберальные ценности, которые ставят во главу угла соблюдение прав отдельного человека, а не государственные задачи и интересы. Действительно, отсутствие свободы экономической деятельности в бывшем СССР, где государственными были даже парикмахерские и зубоврачебные кабинеты, а частное предпринимательство каралось уголовной статьей, не могло не вызвать, так сказать, движение маятника общественных настроений в обратную сторону.

То, что касается отношения к государству, в равной мере затрагивает и отношение к обществу, собственно к социальной системе. И тут формируется также два противоположных подхода. В первом случае социум понимается как сообщество людей, объединяющих свои усилия в развитии производительных сил и способствующее становлению человеческой личности, а государство являет собой лишь формально объединенную часть сил этого общества. Действительно, человек, как известно, существо общественное; вне общества даже его усилия по поддержанию собственного существования крайне неэффективны. Мало того, сама человеческая личность есть прежде всего понятие социальное. Личность, выпавшую из социализации, ожидает не расцвет, а распад; изначально оставаясь вне общества, личность человека попросту не сможет сформироваться.

При противоположном подходе общество рассматривается как чуждая и враждебная отдельному человеку социальная среда. Она противостоит человеку как мощная и чуждая сила, не дающая личности возможность реализовать собственные права. Личность в современном обществе, как писал Эрих Фромм, пребывает в состоянии отчуждения [Фромм, 2002]. Вот тут-то требуется государство, которое для того главным образом и существует, чтобы эти права обеспечить.

Если бы с осуществлением таких прав не возникало никаких проблем, то, согласно этой концепции, государство стало бы просто ненужным. Однако в этом случае не приходилось бы говорить ни о сохранении общества (даже и в теперешнем, далеко не совершенном виде), ни о возможности развития и формирования человеческой личности, что, как уже говорилось, невозможно вне социализации. Иными словами, речь бы шла о таком фатальном развитии аксиологических инверсий, при котором обществу грозили бы атомизация и распад.

Кроме всего прочего, первый приведенный здесь (государственнический) подход ориентирован на реализацию некоторой модели потребного будущего, на проект, строительство, развитие (которое прямо подразумевает приложение общих, а не разрозненных усилий). Второй же подход направлен лишь на констатацию нынешнего положения дел и никаких дальнейших проектов не предусматривает в принципе. Это — не просто и не только фигура речи: как следует из своеобразной библии неолибералов, книги уже упоминавшегося выше Френсиса Фукуямы «Ко-

нец истории и последний человек», повсеместное установление либерально-демократических ценностей означает окончание какого бы то ни было общественного развития, так сказать, на вечные времена [Фукуяма, 2004].

Основная концепция Закона об образовании

В Законе 273-ФЗ основная его концепция изложена, как тому и полагается быть, в первой статье, в первом ее пункте. Этот пункт звучит так: «Предметом регулирования настоящего Федерального закона являются общественные отношения, возникающие в сфере образования в связи с реализацией права на образование, обеспечением государственных гарантий прав и свобод человека в сфере образования и созданием условий для реализации права на образование (далее — отношения в сфере образования)». Таким образом, во главу угла ставится обеспечение частных прав частных лиц. Обеспечение образованными кадрами общественных проектов в этой основополагающей статье Закона не только не главенствует, но даже и вовсе не упоминается.

В тексте Закона применительно к лицам, получающим образование, повсеместно употребляется термин «обучающиеся» (согласно формулировке, принятой в Законе, обучающийся — это «физическое лицо, осваивающее образовательную программу» (ст. 2, п. 15). С одной стороны, применение именно этого термина подчеркивает активную, а не пассивную роль субъекта при приобретении знаний. В этом отношении возражать против такого подхода неуместно: действительно, обучающийся не есть просто ходячееместилище информации, которое наполняется посредством усилий преподавательского состава — он активный субъект учебного процесса. Все это верно. Но в этом подходе заключается и иной смысл: на обучающегося возлагается, кроме всего прочего, и целеполагание в процессе обучения. Субъект в итоге обучается лишь в рамках собственной эгоистической мотивации, то есть постольку, поскольку он считает это нужным *для себя*.

Другие определения основополагающих понятий, которые представлены в Законе, также свидетельствуют о направленности на удовлетворение частных потребностей обучающегося субъекта. Обратимся, например, к определению *обучения*:

«Обучение — целенаправленный процесс организации деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями, навыками и компетенцией, приобретению опыта деятельности, развитию способностей, приобретению опыта применения знаний в повседневной жизни и формированию у обучающихся мотивации получения образования в течение всей жизни» (ст. 2, п. 3). Казалось бы, и здесь не с чем спорить и нечему возражать. Но и тут не отмечается никакой внешней, по отношению к субъекту, цели и никакой просоциальной мотивации.

Цели образовательной деятельности

Представим себе позицию преподавателя вуза. Он, осуществляя обучение, выступает в данном случае не как участник государственного либо общественного проекта (что заметно повысило бы его статус), а лишь в качестве наемного служащего

го, обеспечивающего частное право обучающегося на образование. Преподаватель, если рассматривать его положение таким, каково оно в действительности должно быть — «солдат культуры», сохраняющий и преумножающий знания в рамках всего общества; в этом случае, даже и при весьма скромном материальном достатке, этот статус позволяет ему сохранять должное самоуважение. Здесь ключевым вопросом является цель получения этих знаний, обозначение того, где и как эти знания могли бы быть применены. К сожалению, этот момент в данной редакции Закона обойден молчанием.

Однако личные переживания преподавателей, их статус и самооценку, в конце концов, можно и оставить в стороне. Главное — то, что проектный подход, рассчитанный так или иначе на построение модели потребного будущего, по необходимости должен присутствовать в современном образовании. И не только потому, что этого прямо требует общественный интерес, но и в силу технических особенностей образовательного процесса.

Как известно, подготовка специалиста (бакалавра, магистра) занимает достаточно длительное время. Получить диплом недостаточно; чтобы стать сложившимся специалистом, требуется несколько лет еще практиковаться непосредственно на производстве. Таким образом, для выпускника школы весь этот цикл занимает в общей сложности не менее 10 лет. А поскольку в настоящее время в школьном образовании широко распространено профильное обучение, этот период подготовки растягивается еще больше [Печерина, 2014]. А это, в свою очередь, значит, что отбор будущих абитуриентов должен осуществляться таким образом, чтобы и через десять-двенадцать лет для них существовали запланированные рабочие места (если, конечно, не следовать примеру некоторых западноевропейских стран, в которых безработица среди молодежи порой превышает 40, а то и 50 %) [Чернышева, 2014].

Дело осложняется тем, что жизнь, как известно, не стоит на месте. Развитие технологий, особенно информационных, приводит к тому, что определенные категории профессий и рабочих мест попросту исчезают навсегда. Например, в нашей стране четверть века тому назад в проектных организациях трудилось большое количество чертежников; чертежные работы выполнялись за кульманами, в основном карандашом по бумаге. Сейчас такого практически не встретишь, поскольку один человек за компьютером способен заменить собою целый чертежный отдел. Следовательно, если мы сегодня планируем иметь определенное количество рабочих мест через десятилетие, то вполне вероятно, что к этому сроку подобные рабочие места вообще перестанут существовать. Прогнозировать же подобные изменения возможно только на государственном уровне.

Если цели образования сведены к осуществлению гражданами права на образование, то неизбежно перепроизводство специалистов в «престижных» и «перспективных» областях, которые уже поэтому очень быстро перестают быть и престижными, и перспективными. Большое количество молодых людей работают затем не по полученной специальности, и огромные личные и государственные средства, затраченные на их обучение, оказываются просто потерянными, пущенными на ветер (не говоря уже о зря потраченных годах жизни этих самых обучающихся; эти годы составляют самый ценный, невозобновимый ресурс). Новоиспеченные психологи, менеджеры, экономисты, политологи, журналисты, дизайнеры и прочие представители «престижных» профессий весьма часто оказываются в ситуации, когда никаких рабочих мест для них в действительности не предусмотрено. Спра-

ведливости ради надо отметить, что это — отнюдь не чисто российское явление; во многих промышленно развитых странах наблюдаются точно такие же проблемы.

Возлагая бремя целеполагания в отношении профессионального будущего только на самого обучающегося, мы требуем от него слишком многого. Поступая в вуз на обучение по определенной специальности, абитуриент часто имеет весьма смутные, чтобы не сказать превратные, представления о своей будущей работе. Если же он, как часто бывает, ориентируется на рекомендации родителей (которые, собственно, часто и оплачивают ему обучение), то ситуация становится еще более неоднозначной: молодой человек в этом случае преследует фактически не свои собственные, а навязанные ему жизненные цели.

Образование и работодатель

Обозначенные здесь проблемы нашли определенное отражение в тексте Закона об образовании. Чтобы обеспечить выпускников рабочими местами, необходим контакт учебного заведения с работодателем, и некоторые формы такого взаимодействия действительно прописаны в Законе. Работодатели и их объединения названы в Законе участниками отношений в сфере образования (ст. 2, п. 32); они включены в систему образования (ст. 10, п. 1, пп. 5), им предоставлено право участия в разработке Федеральных государственных образовательных стандартов и примерных образовательных программ, для чего в системе образования могут создаваться учебно-методические объединения (ст. 19, п. 2).

Представители работодателей и их объединений привлекаются к проведению государственной итоговой аттестации по основным профессиональным образовательным программам (ст. 59, п. 16). Кроме того, работодатели, их объединения, а также уполномоченные ими организации вправе проводить профессионально-общественную аккредитацию профессиональных образовательных программ (ст. 96, п. 3). В принципе, привлечение работодателей и их объединений ко всем перечисленным сторонам деятельности в системе образования следует признать необходимым. Однако планирование подготовки кадров, как было показано выше, должно распространяться на такие сроки, что неясно, будет ли к этому времени еще действовать тот или иной работодатель.

Образование и общественные интересы

Каким же образом в Законе учтены именно интересы социально-экономического развития страны в целом? Нельзя сказать, что и этот вопрос совершенно обойден в Законе. Федеральные государственные органы, органы государственной власти субъекта Российской Федерации, органы местного самоуправления, государственные (муниципальные) учреждения, унитарные предприятия, государственные корпорации, государственные компании или хозяйственные общества, в уставном капитале которых присутствует доля Российской Федерации, а также субъекта Российской Федерации или муниципального образования, вправе заключать с гражданами договоры целевом обучении; граждане, в свою очередь, могут заключать

договоры о целевом приеме с организациями, осуществляющими образовательную деятельность (ст. 56, п. 3). Далее, в Законе указано, что экспериментальная и инновационная деятельность в сфере образования осуществляется в целях обеспечения модернизации и развития системы образования с учетом основных направлений социально-экономического развития Российской Федерации, реализации приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации в сфере образования (ст. 20, п. 1.). В целях обеспечения подготовки кадров для комплексного социально-экономического развития субъектов Российской Федерации Правительством Российской Федерации может быть создана образовательная организация высшего образования в форме автономного учреждения, которой устанавливается категория «федеральный университет» (ст. 24, п. 3). Однако все это еще не означает генеральной направленности Закона на нужды социально-экономического развития страны в целом. Действительно, помимо экспериментальной и инновационной деятельности в сфере образования, которая обеспечивает главным образом *форму* обучения, на нужды социально-экономического развития должно быть направлено главным образом *содержательное наполнение* образования, что неизмеримо важнее. Федеральные университеты, как и национальные исследовательские университеты, хотя и играют достаточно важную роль, но все же составляют лишь незначительное меньшинство среди отечественных вузов (пусть даже и престижное меньшинство).

Отсюда видно, что Закон об образовании, при его изучении, производит двойственное впечатление. Конечно, нельзя утверждать, что закон составляли и принимали исключительно поборники современного либерализма. Тем не менее фактически Закон в большой мере ориентирован на либеральный подход к образованию, что, как уже было сказано, видно прямо из его первой, основополагающей статьи. С другой стороны, поскольку игнорировать общественные и государственные интересы в такого рода законе невозможно, в него включен ряд положений, позволяющих считать, что и этот аспект не обделен здесь вниманием. Однако эти упоминания никоим образом не составляют вместе какой-либо целостной концепции.

Что действительно представлено в данном законе (и весьма широко применяется на практике) — так это всевозможные меры по государственной регламентации образовательной деятельности. В этих регламентационных и контролирующих мерах просматривается системная инверсия, которая вообще свойственна любой социальной группе, утратившей внешнюю цель: всю свою энергию такая группа всегда направляет на внутреннюю самоорганизацию, на контроль процесса, если упускается из виду результат. В итоге образовательные учреждения тратят огромные усилия на подготовку к всевозможным проверкам, а сил и возможностей на действительное повышение качества образования при этом, увы, остается все меньше.

Заключение

Разумеется, введение любого государственного законодательного акта должно базироваться на анализе ныне существующей наличной социальной ситуации. Инверсии в ценностной структуре, присущей современному российскому обществу, действительно существуют. Однако в ныне действующем Законе об образовании нашли отражение (и тем самым, были легитимизированы) те инверсивные тенден-

ции в системе российского образования, которые не только могут считаться результатом кризиса в образовании, но и подпитывают и поддерживают это кризисное состояние. Главной же причиной кризисного положения в образовании следует признать фактическое отсутствие внятной государственной стратегии развития образования, увязанной с общей стратегией развития страны.

Искусство управления в рамках любой социальной системы (а система отечественного образования тут вовсе не исключение) заключается не в том, чтобы избавиться от всех и всяческих инверсий, поскольку в сложных системах инверсивные отношения так или иначе присутствуют всегда. Речь идет о приоритетности отношений ордера в системе ценностей, принятых в данной социальной системе. В обществе, если это общество собирается сохранять жизнеспособность, должны преобладать просоциальные тенденции и мотивы, которые не исключают эгоистическую мотивацию, но определенным образом подчиняют ее себе и даже ставят себе на службу. В противном случае, как уже указывалось выше, перед социумом встает малопривлекательная перспектива атомизации и распада.

Литература

- Аристотель*. Политика // Собр. соч. в 4 т. Т. 4. М.: Мысль, 1983. С. 375–644.
- Бюллетень о развитии конкуренции. Государственное участие в российской экономике: госкомпании, закупки, приватизация. 2016. Вып. № 13. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/8449.pdf>
- Печерина Э. И.* Особенности реализации профильного обучения школьников в условиях введения ФГОС // Вестник ТГПУ. 2014. № 6 (147). С. 102–107.
- Севостьянов Д. А.* Противоречие и инверсия. Новосибирск: Изд-во НГАУ «Золотой колос», 2015. 245 с.
- Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 года с изменениями 2017–2016 года // URL: <http://zakon-ob-obrazovanii.ru/>
- Фромм Э.* Гуманистический психоанализ. СПб.: Питер, 2002. 544 с.
- Фукуяма Ф.* Конец истории и последний человек. М.: АСТ, 2004. 588 с.
- Фукуяма Ф.* Сильное государство: Управление и мировой порядок в XXI веке. М.: АСТ, 2006. 220 с.
- Чернышева Н. И.* Пути решения проблемы молодежной безработицы в современном обществе // Известия Тульского гос. ун-та. Экономические и юридические науки. 2014. № 2–1. С. 155–160.
- Энгельс Ф.* Анти-Дюринг. Переворот в науке, произведенный господином Евгением Дюрингом. М.: Политиздат, 1988. 482 с.

The Current Law on Education: Analysis of the Inversive Relationship

DMITRIJ A. SEVOST'YANOV

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia
e-mail: dimasev@ngs.ru

TATIANA V. PAVLENKO

Art Institute of Novosibirsk State Pedagogical University,
Novosibirsk, Russia.

e-mail: tvpavlenko@mail.ru

Abstract: The article analyzes the provisions of the current Law on education. Examines conceptual errors, without the fix, which this law is ineffective. The main problem, which is inherent in the concept of the education act is its focus on private, not public interests. This situation arose as a result of priority of liberal values. This situation is partly explained by the fact that in the USSR the public interest was given very much attention, more than private interests. The pendulum of public sentiment swung then to the other side. But the interests of industry, defense, health, education and other sectors in any case must be observed. The Russian education system is particularly needed in order to provide these industries well-trained professionals. The State has been and remains the main customer personnel, since it necessary needed to implement large scale national projects. However, in the first article of the Law on education does not say a word about it. There is mentioned only the individual's right to education. In the text of the Law also does not describe an integrated system for training personnel for the interests of the national economy. This indicates the presence of the inversion of values that characterizes the authors of this law. Inversion here means a form of relationship in a hierarchical system, where the lower element begins to dominate in the hierarchy, formally remaining on its low hierarchical position. The development of inversions in the system means the presence in it of the crisis phenomena. Thus, the Law is only a mirror of the crisis in national education.

Keywords: Law on education, the crisis in education, values, hierarchy, inversion.

References

- Aristotel (1983), "Policy" Aristotel in *Sobranie sochinenij v 4 tomah [Collected works in 4 volumes]*, vol. 4, Mysl', Moscow, Russia, pp. 375–644.
- The Bulletin on competition development. State participation in the Russian economy: state-owned companies, procurement, privatization* (2016), issue no. 13, available at: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/8449.pdf>.
- Pecherina, Eh. I. (2014), "Peculiar features of realization of profile training of schoolchildren in conditions of introduction of Federal state educational standards", *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta [Bulletin of the Tomsk state pedagogical University]*, no. 6 (147), pp. 102–107.
- Sevostyanov, D.A. (2015), *Contradiction and inversion*, izd-vo Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta "Zolotoy kolos", Novosibirsk, Russia.
- On education in Russian Federation*, Federal law no. 273-FZ of December 29, 2012 with the changes 2017–2016, available at: <http://zakon-ob-obrazovanii.ru/>
- Fromm, E. (2002), *Humanistic psychoanalysis*, Piter, St. Petersburg, Russia.
- Fukuyama, F. (2004), *The End of History and the Last Man*, AST, Moscow, Russia.
- Fukuyama, F. (2006), *State Building: Governance and World Order in the Twenty-First Century*, AST, Moscow, Russia.
- Chernysheva, N.I. (2014), "Ways of solving the problem of youth unemployment in the modern society", *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskie i yuridicheskie nauki [News of the Tula state University. Economic and legal Sciences]*, no. 2–1, pp. 155–160.
- Engels, F. (1988), *Anti-Dühring. The revolution in science, the perfect master Eugene Dühring*, Politizdat, Moscow, Russia.

ВАДИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ МАЛАХОВ

кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Российского
научно-исследовательского института
экономики, политики и права в научно-технической сфере (РИЭПП),
Москва, Россия

e-mail: malahov@rier.ru

ДАРЬЯ СЕРГЕЕВНА АУШКАП

магистрант Института общественных наук РАНХиГС,
лаборант-исследователь Российского научно-исследовательского
института экономики, политики и права в научно-технической сфере
(РИЭПП),
Москва, Россия

e-mail: d.andreeva@rier.ru



УДК 316.422.44

Региональный ландшафт прикладной науки в России (на примере ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно- технологического комплекса России на 2014–2020 годы»)¹

Исследуется географическое распределение проектов, поддержанных в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы». Задача статьи — изучить степень региональной дифференциации инновационного потенциала России на примере программы; проанализировать влияние на эту дифференциацию географической близости центров генерации знаний и потенциальных организаций — потребителей результатов прикладных исследований; выявить специализацию регионов России по отраслям науки в рамках программы; осмыслить характер взаимоотношений получателей субсидий и промышленных партнеров в региональном разрезе. Для достижения этой цели авторы проводят статистический анализ данных мониторинга программы, а также данных, полученных в результате проведенного в 2016–2017 гг. анкетирования организаций, выполняющих исследования и промышленных партнеров. Анализируются распределение проектов по отраслям науки, основные характеристики получателей субсидий и промышленных партнеров, их географическое расположение и взаимоотношения друг с другом. Авторы приходят к выводу о значительной географической дифференциации научного потенциала в России, что в определенной степени объясняется наличием в промышленно развитых регионах спроса на результаты прикладных исследований; а также о недостаточной эффективности программы в достижении одной из главных своих задач — привлечении к финансированию прикладных исследований в России коммерческого сектора. В статье показано, что особенно плачевная ситуация в этом отношении сложилась в таких приоритетных направлениях науки, как «Науки о жизни (НЖ)» и «Рациональное природопользование (РП)». Наличием специализации на этих научных направлениях объясняется меньший уровень взаимодействия между промышленными партнерами и научными организациями в ряде регионов. Результаты проведенного анализа демонстрируют необходимость дальнейшего совершенствования государством

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект № 15-33-01397).

инструментов, поощряющих взаимодействие науки и бизнеса, учитывая отраслевую и региональную специфику.

Ключевые слова: федеральная целевая программа, прикладные исследования, индустриальный партнер, федеральный округ, коммерциализация результатов исследования.

Введение

В последние годы руководством России был создан целый ряд инструментов, направленных на поддержку инновационного развития страны. Одним из важнейших таких инструментов стала федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» (далее ФЦП ИиР). Задача данной программы — финансовая поддержка государством прикладных исследований, осуществляемых российскими научными коллективами, по приоритетным направлениям развития науки и техники, а также поощрение кооперации бизнеса и науки. Важной особенностью ФЦП ИиР, отличающей ее от предшествующих ей программ, стало присутствие в условиях большинства конкурсов требования к исполнителям проектов о наличии у них индустриального партнера (далее ИП) — организации, принявшей на себя обязательства по софинансированию исследования и дальнейшему внедрению результатов интеллектуальной деятельности. По задумке авторов программы согласие ИП финансировать проект должно отражать заинтересованность конкретных потребителей в результатах конкретных прикладных исследований и являться гарантией их востребованности в реальном секторе экономики.

На наш взгляд проблема привлечения бизнеса в науку, а точнее сказать проблема крайне низкой заинтересованности российских предприятий в исследованиях и разработках российских ученых, является одной из важнейших проблем российской инновационной системы. Так, по данным за 2015 г. в России только 26,5 % внутренних затрат на исследования и разработки были профинансированы из средств коммерческих предприятий, для сравнения в США эта доля равнялась 64,1 %, в Японии — 78 % [OECD, 2017]. Анализ данных по осуществлению проектов по ФЦП ИиР позволит прийти к пониманию актуальной ситуации во внедрении результатов прикладных исследований и поможет осмыслить характер взаимоотношений бизнеса и науки в России. При этом для лучшего понимания проблемы нам следует проанализировать ситуацию не только в среднем по стране, но и в региональном разрезе. Это важно потому, что в России особенно остро стоит проблема неравномерного географического распределения научного потенциала страны. Регионы, являющиеся научными лидерами, перетягивают на себя значительную часть ресурсов (как денежных, так и кадровых). Так, по состоянию на 2013 г. доля Центрального федерального округа (далее ЦФО) в общенациональных внутренних затратах на исследования и разработки России составляет 66 %.

В рамках данной статьи мы попытаемся понять, насколько региональная дифференциация характерна для проектов ФЦП ИиР; осмыслить, насколько важна для науки географическая близость центров генерации знаний и потенциальными организациями — потребителями результатов прикладных исследований; оценить, существует ли в рамках ФЦП ИиР специализация регионов России по отраслям науки; изучить характер взаимоотношений получателей субсидий и ИП в региональ-

ном разрезе. Ответы на эти вопросы могут быть использованы для дальнейшего совершенствования государственной политики России в научно-технической сфере.

Источниковой базой исследования стали данные, полученные в результате проведенного в 2016–2017 гг. анкетирования получателей субсидий и ИП² (мероприятия 1.2, 1.3, 1.4), а также информация, выложенная в открытом доступе на сайте мониторинга ФЦП ИиР [Мониторинг программы, 2017]. Эти данные проливают свет на характер взаимодействия исполнителей проектов и ИП и позволяют провести анализ эффективности программы не только на федеральном уровне, но и в региональном разрезе. Несмотря на то, что уровень инновационного развития субъектов РФ в рамках одного федерального округа может существенно отличаться, в статье проведен анализ именно на уровне федеральных округов, что позволило сделать более обобщенные выводы о инновационном развитии макрорегионов России.

В отечественной научной литературе проблемы, связанные с инновационным (или научным) потенциалом регионов России, рассматривались под самыми различными углами. Как правило исследователей интересовали вопросы, связанные с финансированием науки в регионах [Глисин и др., 2014], внебюджетным спросом на результаты исследований и разработок [Гусев, Юревич, 2017], связью ВРП и научным потенциалом региона [Бурилова, Бородин, 2009; Яковлев, 2016; Воронина, Золоторёва, 2016], состоянием научной инфраструктуры в регионах [Теребова, 2015; Юревич, 2017] или влиянием социокультурных условий (количество библиотек, музеев, театров и пр.) на научный потенциал региона [Соловьева, 2010]. Логическим продолжением подобных исследований является составление рейтингов регионов России по уровню инновационной активности [Гусев, 2009; Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации, 2016; Ассоциация инновационных регионов России, 2017]. Как правило, эти работы опираются на статистическую информацию в сфере научной деятельности (такую как численность исследователей; внутренние затраты на НИОКР в регионе; поступление патентных заявок и выдача охранных документов и пр.) и отличаются друг от друга набором показателей или способом их агрегирования [Аналитический обзор методов, используемых для оценки и ранжирования регионов по уровню см.: Бортник и др., 2013].

В целом все исследователи отмечали, что динамика показателей, отражающих научное развитие регионов, характеризуется значительной географической неравномерностью и формированием явных регионов — научных лидеров (в первую очередь это Москва, Санкт-Петербург, Татарстан) [см., например: Молчанова, Молчанов, 2015]. Даже в рамках федеральных округов распределение научного потенциала между субъектами РФ крайне неравномерно [Меньщикова, 2014; Слепак, 2015]. При этом географические диспропорции в объеме затрат на науку характерны не только для России, так, в США на Калифорнию приходится 22 % от общенациональных внутренних затрат на исследования и разработки. Однако в России данная проблема носит особенно ярко выраженный характер, что, по оценкам ряда исследователей, оказывает негативное влияние на российскую науку в целом [Мезенцева, Наймушина, 2015]. Более того, по ряду признаков можно говорить о сохраняющейся

² Анкетирование было проведено в рамках научно-исследовательской работы «Анализ факторов, влияющих на результативность реализации ФЦП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы”» (контракт № 2016–09 от 05.12.2016).

тенденции нарастания дифференциации российских регионов по уровню развития экономики знаний [Вайсман, Подшивалова, 2015].

Если обратиться к работам, анализирующим ФЦП ИиР как один из важнейших инструментов поддержки прикладных исследований, то мы увидим, что исследователи уже обращались к вопросам, связанным с анализом роли ИП в программе [Михайлец и др., 2014; Кузнецов и др., 2017] и их взаимоотношением с организациями, проводящими исследования [Зинов, Комаров, 2015]. Однако это исследование было основано на анализе текстов постановления о ФЦП ИиР и договоров с получателями субсидий и ИП, а не на результатах программы. Также некоторых исследователей интересовал вопрос зависимости успешности заявок на конкурсах ФЦП от состава исполнителей проектов [Скуратов и др., 2015]. При этом анализ географического распределения проектов, поддержанных в рамках ФЦП, и их ИП, насколько нам известно, до сих пор никем не производился.

Таким образом, на данный момент, статистический анализ регионального распределения затрат на исследования и разработки представляет широкий спектр различных аспектов этого вопроса. Однако, при отдельной оценке распределения затрат, доли частного сектора в финансировании и количества организаций, осуществляющих исследования и разработки, упускается из вида такой важный момент как взаимосвязь этих факторов. При этом географическое распределение внебюджетных источников финансирования может оказывать значительное влияние на инвестиционную привлекательность регионов. Анализ и интерпретация данных, полученных в результате анкетирования ИП и исполнителей проектов в рамках мероприятий ФЦП ИиР, поможет лучше понять характер взаимодействия науки и бизнеса в регионах России, даст возможность выработать предложения по совершенствованию государственной политики в области поддержки прикладных исследований.

Региональное распределение проектов, поддержанных ФЦП ИиР и их финансирование

В анкетировании получателей субсидий по проектам ФЦП ИиР приняли участие организации из 42 субъектов РФ. В общей сложности были получены ответы от исполнителей по 568 проектам³. Больше половины (293) всех исполнителей проектов базировались в Москве и Московской области, еще 37 исполнителей были из соседних областей. Таким образом, более чем в 58 % проектов ФЦП ИиР исполнителями были организации из ЦФО. Значительное количество получателей субсидий также базировалось в Северо-Западном, Приволжском и Сибирском федеральных округах (далее СЗФО, ПФО и СФО соответственно). В Южном, Уральском, Дальневосточном и Северо-Кавказском федеральных округах (далее ЮФО, УФО, ДФО и СКФО соответственно) число исполнителей проектов было ничтожно малым (см. рис. 1).

Если рассматривать региональную структуру расходов на исследования и разработки ФЦП ИиР за 2014–2016 гг. увидим схожую картину: на ЦФО приходится 65,5 % объема финансирования, на СЗФО — 11,6 %; на СФО — 9,4 %; на ПФО —

³ Часть анкет были заполнены не полностью, поэтому общее количество ответов по каждому из вопросов могло варьироваться.

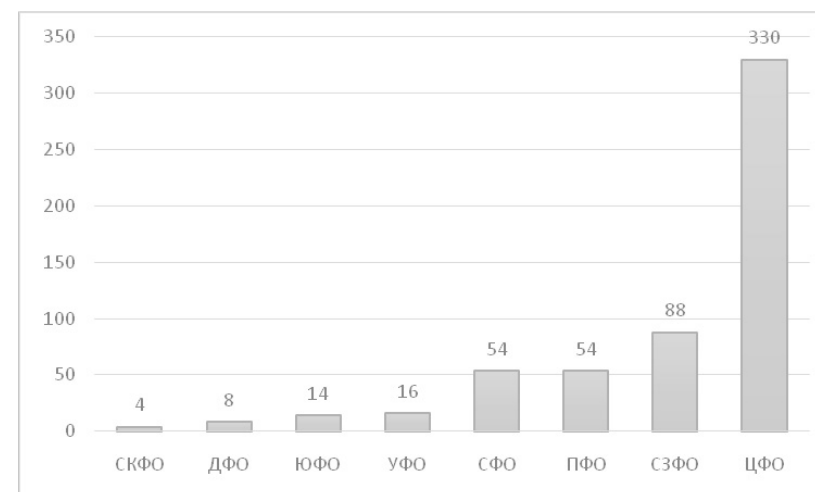


Рис. 1. Распределение исполнителей проектов по федеральным округам
Источник: составлено на основе данных анкетирования исполнителей проектов ФЦП ИиР.

6,4 %; доля остальных округов — менее 3 % [Мониторинг программы, 2017]. Интересным представляется сравнение этих показателей с данными о всех внутренних расходах на исследования и разработки в регионах России за 2014–2016 гг. [Федеральная служба государственной статистики, 2017]. Здесь лидерство ЦФО является чуть менее выраженным (52,5 % всех затрат), вторым регионом оказывается ПФО (15,2 %), а не СЗФО (14 % затрат), далее идут СФО (6,9 %) и УФО (6,2 %). Это может говорить о менее активном участии исследователей из ПФО и СЗФО по сравнению с другими регионами в конкурсах ФЦП ИиР (см. табл. 1).

Таблица 1
Сравнение региональной структуры расходов на науку в целом и отдельно по ФЦП ИиР

Федеральный округ	Внутренние затраты на научные исследования и разработки 2014–2016 гг.		Объем финансирования программы ФЦП ИиР	
	в млн руб.	в %	в млн руб.	в %
ЦФО	1 420 961,8	52,51	49 854,3	65,55
СЗФО	378 768,6	14,00	8 823,5	11,60
ЮФО	82 469,4	3,05	1 313,1	1,73
СКФО	12 886,5	0,48	370,6	0,49
ПФО	412 336,7	15,24	5 102,3	6,71
УФО	167 887,9	6,20	2 176,6	2,86
СФО	186 673,9	6,90	7 904,6	10,39
ДФО	44 026,5	1,63	506,7	0,67
Всего	2 706 011,3	100	76 051,7	100

Источник: составлено на основе данных Росстат и мониторинга ФЦП ИиР.

Анализируя источники финансирования программы, мы можем сказать, что в большинстве регионов доля внебюджетных средств составляла порядка 30–35 %. Несколько ниже она лишь в трех регионах — ЦФО (26,3 %), ДФО (25,9 %) и СКФО (22,3 %) (см. табл. 2). При этом стоит отметить, что по данным за 2014–2016 гг. средства ИП составляли лишь 58 % от общего объема привлеченных внебюджетных средств (или всего около 17 % от всех средств, вложенных в проекты ФЦП ИиР), остальное — это собственные средства получателей субсидии или средства иностранных партнеров.

Таблица 2

Соотношение бюджетных и не бюджетных средств в расходах на ФЦП ИиР по федеральным округам

Федеральный округ	Средства федерального бюджета	Внебюджетные средства	Доля внебюджетных средств в общем объеме финансирования, %
ЦФО	36 728,5	13 125,8	26,33
СЗФО	5817,8	3005,8	34,07
СФО	5146,9	2757,7	34,89
ПФО	3532,4	1569,9	30,77
УФО	1466,6	710,0	32,62
ЮФО	897,3	415,8	31,67
ДФО	375,2	131,5	25,94
СКФО	287,8	82,8	22,34
Всего	54 252,5	21 799,2	28,66

Источник: составлено на основе данных мониторинга ФЦП ИиР.

При анализе распределения проектов ФЦП ИиР по приоритетным направлениям науки наблюдаем следующую картину: в целом по России наибольшее число проектов относятся к направлениям «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика (ЭЭ)» (119 проектов), «Индустрия наносистем (ИН)» (115 проектов) и «Информационно-телекоммуникационные системы (ИТС)» (106 проектов), следом идут «Науки о жизни (НЖ)» (84 проектов), «Рациональное природопользование (РП)» (72 проектов) и «Транспортные и космические системы (ТС)» (71 проект). При этом здесь наблюдается и региональная специализация: в СФО преобладают проекты по приоритетному направлению «Науки о жизни (НЖ)» (почти 30 % проектов), в ПФО — «Информационно-телекоммуникационные системы (ИТС)» (тоже порядка 30 % проектов), в ЦФО — «Индустрия наносистем (ИН)» (26,5 % проектов), а в СЗФО — самая высокая доля проектов по направлению «Рациональное природопользование (РП)» (19,5 % проектов региона) (см. табл. 3).

Таблица 3

Распределение проектов ФЦП ИиР по научным приоритетным научным направлениям и федеральным округам

Приоритет Регион	ЭЭ	ТС	НЖ	ИТС	РП	ИН
СКФО	2	0	0	1	1	0
ДФО	0	1	2	2	2	1
СФО	10	8	16	6	8	6
УФО	6	0	1	1	5	3
ПФО	10	10	7	16	8	3
ЮФО	6	1	4	3	0	0
СЗФО	13	16	9	17	17	15
ЦФО	70	35	45	60	31	87

Источник: составлено на основе данных анкетирования исполнителей проектов ФЦП ИиР.

Характеристика индустриальных партнеров

Среди организаций-ИП, принявших участие в анкетировании 73 % были частными организациями, 14 % — государственными и 13 % — организации с долей государственной собственности и долей частной собственности. При этом более половины организаций, участвовавших в анкетировании, являлись промышленными предприятиями, более 36 % из них также были субъектами малого предпринимательства, около трети — научными организациями. То есть несмотря на то, что требование о наличии ИП в условиях конкурсов ФЦП по замыслу Правительства должно стимулировать приток в науку средств из коммерческого сектора, часто в роли партнеров выступают государственные учреждения, напрямую не связанные с промышленностью.

Большинство ИП в той или иной степени занимаются научно-исследовательской или опытно-конструкторской деятельностью. Так, только 15 % ИП не проводили никаких исследований и разработок за последние 5 лет, 58 % из них выполнили от 1 до 10 НИОКР, 21 % — от 10 до 100 НИОКР, 6 % — выполнили более 100 НИОКР. В то же время лишь 44 % из ИП владели РИД, по которым была получена прибыль после их коммерциализации, это может говорить о сравнительной молодости значительной части организаций-индустриальных партнеров. В общей сложности, по данным анкетирования, ИП по проектам ФЦП ИиР за последние 5 лет было создано 6137 единиц РИД. В то же время коммерциализовано было 1273 единицы РИД. Из таблицы 4 видим, что из крупных регионов (УФО, ЮФО, СКФО и ДФО из анализа исключены, из-за слишком малого количества проектов, в результате чего статистический анализ может дать искаженные результаты) наибольшая доля коммерциализованных РИД по отношению к созданным наблюдается в СЗФО, наименьшее — в СФО.

Таблица 4

Сравнение ИП четырех крупнейших федеральных округов по количеству созданных и коммерциализированных РИД за последние 5 лет

Регион ИП	РИД создано	РИД коммерциализировано	Соотношение коммерциализированных РИД к созданным, %
СФО	1451	134	9,24
ПФО	862	114	13,23
СЗФО	714	403	56,44
ЦФО	2880	524	18,19
всего	6137	1273	20,74

Источник: составлено на основе данных анкетирования исполнителей проектов ФЦП ИиР.

Интересно, что чаще всего коммерциализировались программы для ЭВМ (29 % от всех коммерциализированных РИД), изобретения (28 %), секреты производства (15 %) и полезные модели (13 %); реже всего — селекционные достижения (менее 1 %), базы данных (2 %), промышленные образцы (4 %) и топологии интегральных схем (9 %). Однако нужно понимать, что это связано с высокой долей программ ЭВМ, изобретений и секретов производства среди всех созданных РИД. Поэтому если проанализировать соотношение количества созданных РИД к коммерциализированным по видам мы наблюдаем обратную картину: наиболее высокий процент коммерциализации у селекционных достижений и топологий интегральных схем, самый низкий — у изобретений, программ для ЭВМ и секретов производства (см. рис. 2).

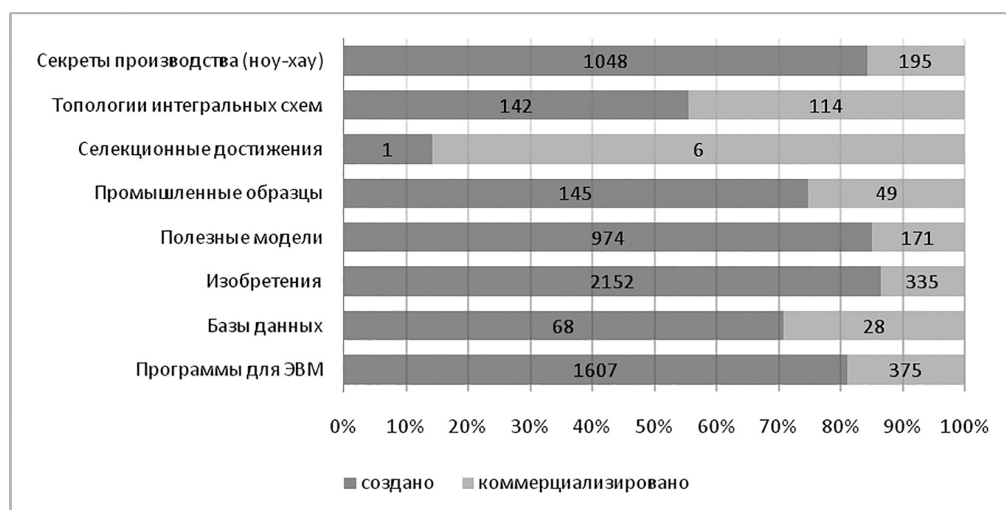


Рис. 2. Соотношение созданных и коммерциализированных РИД за последние 5 лет по видам (данные по ИП ФЦП ИиР), ед.

Источник: составлено на основе данных анкетирования исполнителей проектов ФЦП ИиР.

Возвращаясь к географическому распределению ИП, стоит отметить, что оно во многом повторяет географию исполнителей проектов: лидирует ЦФО (304 организации), далее идут ПФО (77 организаций), СЗФО (70 организаций) и СФО (53 организации). В целом наибольшее количество промышленных партнеров из других федеральных округов было у проектов, выполняемых организациями из СЗФО (38 %), в то время как в ЦФО таких проектов было всего 19 % (см. табл. 5).

Таблица 5

Распределение ИП и исполнителей проектов ФЦП ИиР по федеральным округам

Получатель субсидии ИП	СКФО	ДФО	СФО	УФО	ПФО	ЮФО	СЗФО	ЦФО
СКФО	4	—	—	—	—	—	1	3
ДФО	—	6	—	—	—	—	—	—
СФО	—	—	38	—	2	1	3	9
УФО	—	—	—	11	1	—	—	7
ПФО	—	—	3	3	36	1	9	25
ЮФО	—	—	1	—	—	9	—	6
СЗФО	—	—	—	1	—	1	53	15
ЦФО	—	2	11	1	14	2	20	254

Источник: составлено на основе данных анкетирования исполнителей проектов ФЦП ИиР.

В 59,2 % случаев регион исполнителя проекта и промышленного партнера совпадал, еще в 13 % проектов совпадал федеральный округ. Таким образом, географическая близость промышленных партнеров и получателей субсидии становится характерной для 72,2 %. Интересно, что это соотношение характерно не только для проектов ФЦП ИиР, оно также совпадает с данными, полученными при анализе географического распределения промышленных предприятий и организаций, отвечающих за НИОКР по проектам, поддержанным в рамках ПП 218 [Гусев, Юревич, 2017, с. 129]. То есть, можно сделать вывод, что универсальной характеристикой российской прикладной науки является плотная территориальная привязка организаций, осуществляющих исследования и потребителей научных результатов. Даже современные коммуникационные технологии не меняют картину в пользу географической удаленности разработчиков от мест приложения результатов.

Взаимодействие промышленных партнеров и исполнителей по проектам

Несмотря на наличие определенных проблем, в целом сотрудничество между исполнителями проектов и промышленными партнерами в рамках ФЦП ИиР в 2014–2016 гг. было организовано на высоком уровне. По данным за 2014–2016 гг., 5 % получателей субсидий, участвовавших в обследовании, указали на отсутствие

индустриального партнера, в 90 % проектов был 1 индустриальный партнер, еще в 5 % проектах — 2 и более индустриальных партнеров. В 27 случаях индустриальный партнер сменился в ходе проекта. Среди причин изменения партнера чаще всего указывались финансовые затруднения, реорганизация или прекращение деятельности. Также в 5 случаях количество индустриальных партнеров увеличивалось в ходе проекта.

Большинство организаций-индустриальных партнеров тесно сотрудничало с получателями субсидий и находилось в регулярном контакте с ними в ходе проведения исследований (62 % респондентов), 21 % респондентов контролировали проведение исследований полностью, в 10 % ситуаций получатели субсидии обращались к индустриальному партнеру за консультациями на каждом этапе исследований, в 4 % — за разовыми консультациями, в 4 % случаев организации исполнители проектов проводили исследования самостоятельно. Особенно это относится к частным организациям, которые теснее сотрудничали с получателями субсидий, зачастую полностью контролируя проведение НИОКР (23 % респондентов против 4 % респондентов — представителей государственных предприятий). Представители госсектора, как правило, ограничивались регулярными контактами с получателями субсидий (76 % респондентов). Это можно объяснить большей заинтересованностью частного бизнеса по сравнению с государственными предприятиями в быстром и успешном завершении проектов и выходе на рынок с новым продуктом.

Практическая реализация результатов исследований, проведенных получателем субсидий по большинству из проектов находилась на стадии опытно-конструкторских разработок (47 % проектов). На стадии внедрения промышленного образца находились 9 % проектов, мелкосерийного и экспериментального производства — 7 %, модернизации или создания нового производственного оборудования — 4 %, сертификации инновационной продукции — 1 %. 20 % респондентов указали, что практическая реализация результатов не началась. В общей сложности более 90 % партнеров считают, что полученные результаты уже готовы к выходу на рынок либо требуют незначительных доработок и оценили вероятность доведения продукта до потребителя выше среднего. Лишь в 5 % случаев индустриальные партнеры давали негативные прогнозы о перспективах коммерциализации изобретений. При этом в частных организациях перспективы коммерциализации готовых продуктов оценивали значительно оптимистичнее, чем в государственных: так, в частных предприятиях высокую вероятность выхода на рынок предсказали 61 % респондентов против 30 % в государственных.

Среди причин мешающим успешной коммерциализации изобретений респонденты чаще всего отмечали внешние факторы: санкционные ограничения, дефицит кредитных ресурсов, изменения в кредитно-денежной сфере и резкое падение потребительского спроса, последние два фактора в большей степени относятся к частному бизнесу, в меньшей — к государственным предприятиям. Серьезной проблемой, особенно для частных предприятий, являются также маркетинговые трудности: низкая целевая ёмкость рынка, отсутствие средств на реализацию маркетинговых предприятий и сложность разъяснения полезных свойств нового продукта потребителям. При этом для государственных предприятий данные проблемы стоят не так остро, это связано с тем, что значительная их часть работает на государственный заказ и не нуждается в маркетинговых предприятиях, этим же можно

объяснить слабую зависимость государственных организаций от изменения в кредитно-денежной сфере и резкого падения потребительского спроса.

Степень взаимодействия организаций — исполнителей проектов с ИП имеет задел для роста. Так, в рамках программы организациями, участвовавшими в анкетировании, было получено 1230 РИД, при этом права на их использование передавались ИП менее чем в половине случаев (см. рис. 3). Передача прав на использование РИД могла происходить в различных формах: чаще всего (64 % от всех случаев) давалась простая лицензия, в 21 % ситуаций это была исключительная лицензия, в 15 % заключался договор об отчуждении исключительного права.

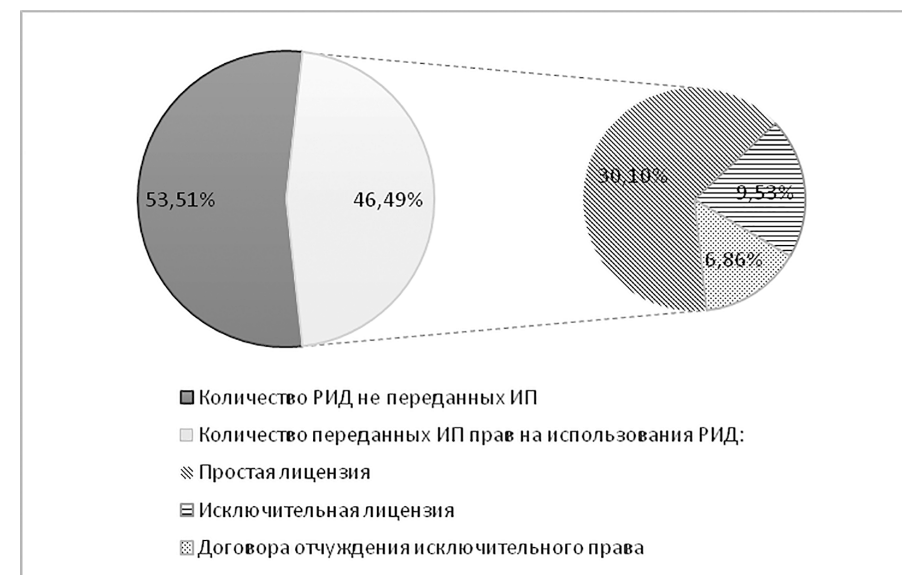


Рис. 3. Доля созданных в рамках ФЦП ИиР РИД, права на использование которых были переданы индустриальному партнеру, и их распределение по типу договоров

Источник: составлено на основе данных анкетирования исполнителей проектов ФЦП ИиР

При этом наибольший процент РИД, права на которые были переданы индустриальным партнерам, созданы исполнителями по проектам из ПФО (63 %) и ЦФО (52 %), для исполнителей проектов из СЗФО и СФО доля переданных индустриальным партнерам РИД составила всего 39 % (см. табл. 6).

Данная географическая дифференциация частично объясняется научной специализацией регионов. Так, наиболее востребованными со стороны промышленности оказались проекты по направлениям «Информационно-телекоммуникационные системы (ИТС)» и «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика (ЭЭ)» (исследования по этим направлениям преобладали в ПФО), наименее — по направлениям «Науки о жизни (НЖ)» и «Рациональное природопользование (РП)» (исследования по этим направлениям преобладали в СФО и СЗФО). Объяснить большую востребованность исследований и разработок по направлениям «Информационно-телекоммуникационные системы (ИТС)» и «Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика (ЭЭ)» можно тем, что связанные с данными

Таблица 6

Распределение РИД, права на использование которых были переданы
индустриальному партнеру по видам договоров и регионам исполнителей
проектов, ед.*

	Количество РИД не переданных ИП	Количество переданных ИП прав на использования РИД		
		Простая лицензия	Исключительная лицензия	Договора отчужде- ния исключительного права
СКФО	4	0	1	0
ДФО	29	3	0	0
СФО	89	41	2	15
УФО	14	10	5	0
ПФО	49	54	22	8
ЮФО	17	10	4	0
СЗФО	98	44	11	6
ЦФО	340	198	69	53
ИТОГО	640	360	114	82

* В некоторых случаях респонденты не указали были ли переданы права на РИД или нет, поэтому число РИД в данной таблице не соответствует числу общему числу РИД (1230).
Источник: составлено на основе данных анкетирования исполнителей проектов ФЦП ИиР.

научными направлениями отрасли экономики традиционно сильны в России и продолжают динамично развиваться. С другой стороны, слабая степень сотрудничества между исполнителями проектов и промышленностью по направлению «Науки о жизни (НЖ)» подтверждает уже озвученный в научной литературе тезис о слабой развитости соответствующих отраслей экономики, и вследствие этого меньшей востребованности результатов исследований [Куракова, 2014; Стародубов и др. 2014].

Заключение

Таким образом, анализ данных по ФЦП ИиР позволил подтвердить существование значительной региональной дифференциации научного потенциала регионов России. Кроме того, важной характеристикой большинства проектов программы была тесная географическая привязка организаций, осуществляющих исследования, и ИП, что является универсальной характеристикой российской прикладной науки. Возможно, именно эта характеристика может в какой-то мере объяснить распределение научного потенциала регионов России. Прикладная наука развивается в тех регионах, где на нее есть спрос, а в России это в первую очередь Москва, Санкт-Петербург и промышленно развитые регионы в Поволжье и Сибири.

По данным за 2014–2016 гг., можно говорить о недостаточной эффективности ФЦП ИиР в достижении одной из главных своих задач — привлечении к финанси-

рованию прикладных исследований в России коммерческого сектора. Так, менее 17 % средств, потраченных на проекты программы в 2014–2016 гг., были средствами ИП. Более того, в роли ИП зачастую выступали государственные организации, не всегда напрямую связанные с промышленностью или имевшие опыт коммерциализации РИД в реальном секторе экономики. Особенно плачевная ситуация в этом отношении сложилась в таких направлениях, как «Науки о жизни (НЖ)» и «Рациональное природопользование (РП)». Именно наличием специализации на этих научных направлениях (по данным ФЦП ИиР) объясняется меньший уровень взаимодействия между ИП и научными организациями в ряде регионов. Это говорит о необходимости дальнейшего совершенствования государством инструментов, поощряющих взаимодействие науки и бизнеса, учитывая отраслевую и региональную специфику.

Литература

- Ассоциация инновационных регионов России. Рейтинг инновационных регионов России: версия 2016. 2017. [Электронный ресурс]. URL: http://www.i-regions.org/images/files/presentations/AIRR_26.12.pdf (дата обращения: 16.10.2017).
- Бортник И. М. и др. Индикаторы инновационного развития регионов России для целей мониторинга и управления // Инновации. 2013. № 11. С. 181–192.
- Бурылова Л. Г., Бородин М. А. Особенности российских регионов по степени взаимосвязи науки и экономического развития // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2009. № 2. С. 42–51.
- Вайсман Е. Д., Подшивалова М. В. Релевантные факторы инновационной активности малого бизнеса в регионах // Экономика региона. 2015. № 4. С. 309–322.
- Воронина Л. А., Золотарёва И. Д. Экономика региональной науки и ее роль в инновационном развитии // Экономика: теория и практика. 2016. № 2 (42). С. 24–31.
- Глисин Ф. Ф., Калужный В. В., Лебедев К. В. Анализ финансирования науки из региональных бюджетов // Инновации. 2014. № 3 (185). С. 33–41.
- Гусев А. Б. Формирование рейтингов инновационного развития регионов России // Наука. Инновации. Образование. 2009. № 8. С. 158–173.
- Гусев А. Б., Юревич М. А. Внебюджетный спрос на исследования и разработки: оценки регионального распределения // Наука. Инновации. Образование. 2017. № 1 (23). С. 120–135.
- Зинов В. Г., Комаров А. В., Шуртаков К. В. Формирование рынка лицензий на бюджетные разработки: от давления «сверху» к инициативе «снизу» // Экономика науки. 2015. № 4. С. 304–312.
- Кузнецов И. В. и др. Экспертный взгляд на роль индустриального партнера в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» // Образование и наука в современных реалиях: материалы Междунар. науч. — практ. конф. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2017. С. 120–123.
- Куракова Н. Г. Проблемы привлечения индустриальных партнеров к софинансированию медико-биологических проектов // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2014. № 1. С. 5–10.
- Мезенцева О. Е., Наймушина Д. В. Сравнительный анализ региональной структуры затрат на исследования и разработки в России и США // Проблемы устойчивого развития российских регионов. Тюмень: Тюмен. гос. нефтегаз. ун-т, 2015. С. 67–71.

Меньщикова В. И. Инновационная деятельность на региональном уровне: современные тенденции, ключевые проблемы, пути активизации // Российское предпринимательство. 2014. № 6 (252). С. 20–28.

Михайлец В. Б. и др. Индустриальный партнер как новый субъект федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 год» // Инновации. 2014. № 10. С. 102–108.

Молчанова Н. П., Молчанов И. Н. Формирование инновационного потенциала регионов России // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2015. № 13. С. 525–552.

Мониторинг программы // Федеральная целевая программа Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы. 2017. [Электронный ресурс]. URL: http://www.fcpr.ru/monitoring_and_analytics/monitoring_program.php (дата обращения: 16.10.2017)

Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 4 / под ред. Л. М. Гохберга. М.: НИУ ВШЭ, 2016. 248 с.

Скуратов А. К. и др. Коллективы исполнителей проектов и успешность конкурсных заявок федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» // Наука. Инновации. Образование. 2015. № 18. С. 24–41.

Слепак К. Б. Научно-образовательный потенциал регионов как фактор формирования инновационной экономики в России // Экономика и управление. 2015. № 8 (118). С. 24–30.

Соловьева Т. С. Социокультурная среда региона как фактор формирования интеллектуального потенциала // Проблемы развития территории. 2010. № 4. С. 49–57.

Стародубов В. И. и др. Оценка возможности использования новых финансовых инструментов для поддержки проектов биомедицинской тематики // Вестник РАМН. 2014. № 5–6. С. 117–123.

Теребова С. В. Роль трансфера и коммерциализации научных разработок в инновационном развитии территорий // Проблемы развития территории. 2015. № 6 (80). С. 7–28.

Федеральная служба государственной статистики. Внутренние затраты на научные исследования и разработки по Российской Федерации (по Российской Федерации; по субъектам Российской Федерации; по видам экономической деятельности; по приоритетным направлениям; по социально-экономическим целям). 2017. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/nauka7.xls (дата обращения: 16.10.2017).

Юревич М. А. Инфраструктура науки и инноваций в регионах России // Наука. Инновации. Образование. 2017. № 3 (25). С. 95–112.

Яковлев С. С. Инновационные факторы как движущая сила развития конкурентоспособности регионов Сибирского федерального округа // Вестник ГУУ. 2016. № 3. С. 185–188.

OECD. Main Science and Technology Indicators. 2017. [Электронный ресурс]. URL: http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB (дата обращения: 16.10.2017).

Regional landscape of applied science in Russia (on the example of the Federal Targeted Program “Research and development in priority areas of development of the Russian scientific and technological complex for 2014–2020”)

VADIM A. MALAKHOV

Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology,
Moscow, Russia
e-mail: malahov@riep.ru

DAR'YA S. AUSHKAP

Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology,
Moscow, Russia
e-mail: d.andreeva@riep.ru

Abstract: This study examines geographical distribution of scientific projects supported by federal targeted program “Research and Development in Priority Areas for the Development of the Russian Scientific and Technological Complex for 2014–2020”. Based on this distribution we assess innovation potential of regions in Russia and analyze how geographical proximity of scientific and industrial organization influence on innovation potential of regions. Paper aim to identify scientific specialization of Russia's regions and to analyze the nature of the relationship between scientific organizations and industrial partners in the regional context. To achieve this goal, we carry out a statistical analysis based on program monitoring's data, as well as data obtained from survey conducted in 2016–2017. We analyze distribution of the projects by Priority Areas, the main characteristics of recipients of subsidies and industrial partners, their geographical location and mutual relations with one another. Our conclusion is that there is a significant geographical differentiation of the innovation potential in Russia, which is to a certain extent explained by the availability in the industrialized regions of demand for the results of applied research. We also conclude that federal targeted program does not achieve one of its main objectives — increasing role of business enterprise sector in financing R&D in Russia. The paper shows that the particularly deplorable situation in this respect has arisen in such priority areas of science as “Life Sciences” and “Rational Nature Management”. Weak connections between industry and science in some regions can be explained by regions specialization in these priority areas. The results of the analysis show the need for further improvement of government tools that support applied research in Russia.

Keywords: federal target program, applied research, industrial partner, federal district, commercialization of results of scientific researches.

References

“Association of Innovative Regions of Russia” (2017) in *Reiting innovatsionnykh regionov Rossii: versiya 2016*. [Rating of innovative regions of Russia: version 2016], available at: http://www.i-regions.org/images/files/presentations/AIRR_26.12.pdf (Accessed 16 Oct. 2017).

Bortnik, I.M., Sorokina, A.V., Kotsyubinskii, V.A. and Zinov, V.G. (2013), “Indikatory innovatsionnogo razvitiya regionov Rossii dlya tselei monitoringa i upravleniya” [Indicators of Innovative Development of Russian Regions for the Purposes of Monitoring and Control], *Innovatsii [Innovations]*, no. 11, pp. 181–192.

Burylova, L.G. and Borodina, M.A. (2009), “Osobennosti rossiiskikh regionov po stepeni vzaimosvyazi nauki i ekonomicheskogo razvitiya” [Features of Russian regions in terms of the degree of interrelation between science and economic development], *Vestnik Permskogo Universiteta. Seriya: Ekonomika [Herald of Perm University. Series: The Economy]*, no. 2, pp. 42–51.

Vaisman, E.D. and Podshivalova, M.V. (2015), “Relevantnye faktory innovatsionnoi aktivnosti malogo biznesa v regionakh” [Relevant Factors of Innovative Activities of Small Business in Regions], *Ekonomika regiona [Economics of Region]*, no. 4, pp. 309–322.

Voronina, L.A. and Zolotareva, I.D. (2016), “Ekonomika regional'noi nauki i ee rol' v innovatsionnom razvitii” [Economics of regional science and its role in innovation development], *Ekonomika: teoriya i praktika [Economics: theory and practice]*, no. 2, pp. 24–31.

Glisin F. F., Kalyuzhnyi V. V. and Lebedev K. V. (2014) “Analiz finansirovaniya nauki iz regional'nykh byudzhetrov” [Analysis of science funding from regional budgets], *Innovatsii [Innovations]*, no. 3, pp. 33–41.

Gusev, A.B. (2009), “Formirovanie reitingov innovatsionnogo razvitiya regionov Rossii” [Formation of ratings of innovative development of Russian regions], *Nauka. Innovatsii. Obrazovanie [Science. Innovations. Education]*, no. 8, pp. 158–173.

Gusev, A.B. and Yurevich, M.A. (2017), “Vnebyudzhetni spros na issledovaniya i razrabotki: otsenki regional'nogo raspredeleniya” [Extra-Budgetary Demand on Research and Development: Assessment of Regional Distribution], *Nauka. Innovatsii. Obrazovanie [Science. Innovations. Education]*, no. 23, pp. 120–135.

Zinov, V.G., Komarov, A.V. and Shurtakov, K.V. (2015), “Formirovanie rynka litsenzii na byudzhetye razrabotki: ot davleniya «sverkhu» k initsiative «snizu»” [Building a market of patents for inventions funded by the Federal budget: moving away from pressure from «above» to initiatives «from below»], *Ekonomika nauki [Economics of Science]*, no. 4, pp. 304–312.

Kuznecov, I.V., Baukin, O.A., Hokonov, A.A. and Tuzova, S. Yu. (2017), “Ekspertnyi vzglyad na rol' industrial'nogo partnera v ramkakh FTsP «Issledovaniya i razrabotki po prioritetnym napravleniyam razvitiya nauchno-tekhnologicheskogo kompleksa Rossii na 2014–2020 gody»” [Expert opinion on the role of the industrial partner in the framework of the Federal Target Program “Research and development in priority areas of development of the Russian scientific and technological complex for 2014–2020”] in *Obrazovanie i nauka v sovremennykh realiyakh: materialy Mezhdunar. nauch. — prakt. konf. [Education and science in modern realities: materials of the International scientific-practical conference]*, Interaktiv pljus, CNS, Cheboksary, Russia, pp. 120–123.

Kurakova, N.G. (2014), “Problemy privlecheniya industrial'nykh partnerov k sofinansirovaniyu mediko-biologicheskikh proektov” [Problems of Involvement of Industrial Partners to Joint Financing of Medicobiological Projects], *Kompleksnye problemy serdechno-sosudistykh zabolevanii [Complex Issues of Cardiovascular Diseases]*, no. 1, pp. 5–10.

Mezentseva, O.E. and Naimushina, D.V. (2015), “Sravnitel'nyi analiz regional'noi struktury zatrat na issledovaniya i razrabotki v Rossii i SShA” [A Comparative Analysis of the Regional Cost Structure for Research and Development in Russia and the US] in *Problemy ustoychivogo razvitiya Rossiiskikh regionov [Problems of Sustainable Development of Russian Regions]*. Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, Russian, pp. 67–71.

Men'shchikova, V.I. (2014), “Innovatsionnaya deyatel'nost' na regional'nom urovne: sovremennye tendentsii, klyuchevye problemy, puti aktivizatsii” [Innovative activities at the regional level: current trends, key issues, ways to enhance], *Rossiiskoe predprinimatel'stvo [Russian Entrepreneurship]*, no. 252, pp. 20–28.

Mikhailec, V. B., Radin, I. V., Shurtakov, K. V. and Sokova, I. S. (2014), “Industrial'nyi partner kak novyi sub'ekt federal'noi tselevoi programmy «Issledovaniya i razrabotki po prioritetnym napravleniyam razvitiya nauchno-tekhnologicheskogo kompleksa Rossii na 2014–2020 god»” [Industrial partner as a new subject of the Federal Target Program “Research and development in priority areas of development of the Russian scientific and technological complex for 2014–2020”], *Innovatsii [Innovations]*, no. 10, pp. 102–108.

Molchanova, N. P. and Molchanov, I. N. (2015), “Formirovanie innovatsionnogo potentsiala regionov Rossii” [Formation of innovative potential of Russian regions], *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN [Scientific papers: Institute for Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences]*, no. 13, pp. 525–552.

“Monitoring programmy” [Programm monitoring], *Federal target program Research and development in priority areas of development of Russian scientific and technological complex for 2014–2020*, available at: http://www.fcpir.ru/monitoring_and_analytics/monitoring_program.php (Accessed 16 Oct. 2017).

Gokhberg, L.M. (ed.) (2016), *Reiting innovatsionnogo razvitiya sub'ektov Rossiiskoi Federatsii (The rating of innovative development of the subjects of the Russian Federation.)*, issue 4, NRU HSE Moscow, Russia.

Skuratov, A.K., Petrov, A.N., Zubarev, A.P., Kokorev, O.A., Mikhailets, V.B. and Shurtakov, K.V. (2015), “Kollektivy ispolnitelei proektov i uspekhnost' konkursnykh zayavok federal'noi tselevoi programmy «Issledovaniya i razrabotki po prioritetnym napravleniyam razvitiya nauchno-tekhnologicheskogo kompleksa Rossii na 2014–2020 gody»” [Group performance and success of project bids within the framework of the Federal Target Program «Research and development in priority areas of development of the Russian scientific and technological complex for 2014–2020»], *Nauka. Innovatsii. Obrazovanie [Science. Innovations. Education]*, no. 18, pp. 24–41.

Slepak, K.B. (2015), “Nauchno-obrazovatel'nyi potentsial regionov kak faktor formirovaniya innovatsionnoi ekonomiki v Rossii” [Scientific and educational potential of a region as a factor of innovative economic formation in Russia], *Ekonomika i upravlenie [Economics and Management]*, no. 118, pp. 24–30.

Solov'eva, T.S. (2010), “Sotsiokul'turnaya sreda regiona kak faktor formirovaniya intellektual'nogo potentsiala [Socio-cultural environment of the region as a factor in the formation of intellectual potential]”, *Problemy razvitiya territorii [Problems of territory development]*, no. 4, pp. 49–57.

Starodubov, V.I., Kurakova, N.G., Eremchenko, O.A., Tsvetkova, L.A. and Zinov, V.G. (2014), “Otsenka vozmozhnosti ispol'zovaniya novykh finansovykh instrumentov dlya podderzhki proektov biomeditsinskoi tematiki” [Evaluation of possibility of using new financial instruments for supporting biomedical projects], *Vestnik RAMN [Annals of the Russian academy of medical sciences]*, no. 5–6, pp. 117–123.

Terebova, S.V. (2015), “Rol' transfera i kommersializatsii nauchnykh razrabotok v innovatsionnom razvitii territorii” [Role of transfer and research developments commercialization in the innovative development of territories], *Problemy razvitiya territorii [Problems of territory development]*, no. 80, pp. 7–28 (in Russian).

Russian Federal State Statistics Service. *Vnutrennie zatraty na nauchnye issledovaniya i razrabotki po Rossiiskoi Federatsii (po Rossiiskoi Federatsii; po sub'ektam Rossiiskoi Federatsii; po vidam ekonomicheskoi deyatel'nosti; po prioritetnym napravleniyam; po sotsial'no-ekonomicheskim tselyam) [Gross domestic expenditure on research and development for the Russian Federation (for the Russian Federation, for the subjects of the Russian Federation, for economic activities, for priority areas, for socio-economic purposes)]*, available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/business/nauka/nauka7.xls (Accessed: 16 Oct. 2017).

Yurevich, M.A. (2017), “Infrastruktura nauki i innovatsii v regionakh Rossii” [Infrastructure for Science and Innovation in the Federal Subjects of Russia], *Nauka. Innovatsii. Obrazovanie [Science. Innovations. Education]*, no. 25, pp. 95–112.

Yakovlev, S.S. (2016), “Innovatsionnye faktory kak dvizhushchaya sila razvitiya konkurentosposobnosti regionov Sibirskogo federal'nogo okruga” [Innovative factors as the driving force behind the development of the competitiveness of regions of the siberian federal district], *Vestnik GUU [Herald of State University of Management]*, no. 3, pp. 185–188.

OECD, Main Science and Technology Indicators, available at: http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB (Accessed: 16 Oct. 2017).

МАТЕРИАЛЫ ВОРКШОПА

“Using Science Policy to Facilitate Innovation, Excellence and Global Cooperation”. Part II



RC 23 ISA midterm workshop “Using Science Policy to Facilitate Innovation, Excellence and Global Cooperation” was held on 18–19 September, 2017 in St. Petersburg. It was organized by: Research Committee 23 (Sociology of Science and Technology) of the International Sociological Association and the St. Petersburg Branch for the Institute for History of Science and Technology of the Russian Academy of Sciences with the collaboration of the partners —

St Petersburg Scientific Center of the Russian Academy of Sciences and House of Scientists — Palace of Grand Duke Vladimir.

RC 23 ISA midterm workshop received the favourable feedback from the participants and some also expressed interest in a publication of their papers presented at the workshop. In the 4 Issue of 2017 we’ve already published two papers written by *Leandro Raízer* “Society, Innovation and Energy Policy in Brazil” and *Sonia K Guimaraes* “Pathways to Technological Catching up: Relationship University-Business Relations in Brazil”.

Journal *Sociology of Science and Technology* presents the second part of the RC 23 ISA-workshop’s papers. This issue offers very interesting and attractive to STS community topics about “A Strategy for Scientific and Technological Development Geared to Innovation” (*Jaime Jiménez, Juan C. Escalante, Delfino Vargas, Rodolfo Ramírez, Leonardo Munguía, Brenda H. Molina*), “Adolescents and Scientific Careers. Interests, Scholastic Experiences and the Opinions of Italian Students” (*Giuseppe Pellegrini, Barbara Saracino*), “Russian-French Scientific Collaboration: Approaches and Mutual Attitudes” (*Irina Dezhina*), “Youth’s Interest in Science and Innovation and the Conditions for Leadership in Russia” (*Galina P. Gvozdeva, Elena S. Gvozdeva*), “Sustainable professional career in science and technology: interdisciplinary perspective and the Russian context” (*Irina Popova*), “Journal of Molecular Biology’s growth and content analysis” (*Jérôme Pierrel*).

Nadia Asheulova, President RC 23, ISA

JAIME JIMÉNEZ

Institute of Applied Mathematics and Systems
Universidad Nacional Autónoma de México
e-mail: jjimen@unam.mx



JUAN C. ESCALANTE

Institute of Applied Mathematics and Systems
Universidad Nacional Autónoma de México
e-mail: jcel@unam.mx



DELFINO VARGAS

University Program for Development Studies
Universidad Nacional Autónoma de México
e-mail: dvchanes@gmail.com



RODOLFO RAMÍREZ

Liaison Secretary, Faculty of Sciences
Universidad Nacional Autónoma de México
e-mail: rodolforamirez@unam.mx



LEONARDO MUNGUÍA

Student, Faculty of Political and Social Sciences
Universidad Nacional Autónoma de México
e-mail: leonardoo.munguia@gmail.com



BRENDA H. MOLINA

Student, Faculty of Political and Social Sciences
Universidad Nacional Autónoma de México
e-mail: hassmolina@unam.mx



УДК 001+62:001.895

National Laboratories: a Strategy for Scientific and Technological Development Geared to Innovation

Abstract: The concept of governmental financing of science and technology was born in the Western World as early as the 17th Century. Both Great Britain and France became aware of the need to protect and enhance the scientific achievements of their scientists, mainly for reasons of international prestige. The USA witnessed a spectacular growth of its scientific facilities in the 20th Century. The number of National Laboratories expanded out of the massive scientific effort developed during WWII that produced innovative technologies such as the radar, the computer, the proximity fuse and, unfortunately, the atomic bomb. The scale and impact of the mobilization of science for military purposes during WW II was extraordinary and unprecedented. The concept of National Laboratory gradually extended in the USA to include research institutions dedicated to areas of national interest like atmosphere, soil, oceans and health of the population. Although not necessarily identified as National Laboratories, they conserved the characteristic of being financed by the national government. Countries in the process of development have put a lot of interest in the creation and support of National Laboratories, or equivalents, as a strategy to enhance productivity and reduce the gap between developed and developing countries. The chain science–technology–innovation–applications is to be encouraged for both international prestige and increase in revenues at national and international levels. The federal agency that is in charge of planning and implementing Mexican science, technology and innovation policy is the National Council for Science and Technology (Conacyt, in Spanish). In 2006, the institution launched a National Laboratories program through a call for national laboratory candidates that is still in effect today. The applicants submit a project to Conacyt, and commit to the joint development of projects with one or more similar Mexican research institutions. Those who are approved are supported with funds to acquire necessary equipment. Conacyt's ultimate aim is for the laboratories to become self-sufficient with the provision of services, as well as national and international referents in their field of knowledge. A preliminary presentation of a successful Mexican National Laboratory, the National Center of Imaging Studies and Medical Instrumentation (CI3M), is presented as a paradigmatic example of the track laboratories in the program should follow, aimed at accomplishing satisfactorily the objectives of human resource development, production of innovative technology, and provision of services. CI3M not only has fulfilled such areas but has become self-sufficient through the provision of services and the creation of their own enterprises.

Introduction

Mexico's Conacyt is the country's official science, technology, and innovation institution in charge of policy formulation and implementation. In its own terms, Conacyt's goals are:

"To consolidate a National Science and Technology System which responds to the prioritized demands of the country, solving specific problems and needs, thus contributing to the increase of both the standard of living and the well-being of the population. In order to accomplish such goals, we need:

To have an S&T State policy.

To increase the scientific and technological capability of the country.

To increase the quality, competitiveness and innovativeness of the enterprises" [Conacyt, 2017a].

Although not at a ministry level, the Council exerts considerable leverage, particularly on the allocation of the country's investment in science and technology, among the diverse spectrum of national science institutions throughout the country. Traditionally, the Council,

funded entirely by the Federal Government, allocates resources through many instruments: graduate studies scholarships, both in the country and abroad, direct funding of research projects, on an individual or team basis, as well as on an institutional or inter-institutional basis; and finally, a system of direct incentives to individual researchers, based on productivity. The Council has thus been instrumental in the creation, redesign and support of many scientific institutions. Among these stand out the specialized research institutions called Conacyt Centers, oriented to specific areas of research related to strategic needs of the country. The centers are grouped in three subsystems, namely Natural and Exact Sciences (10 centers); Social Sciences and Humanities (8 centers); Technological Development and services (8 centers); and one more specialized in financing graduate studies [Conacyt, 2017b].

The Council is also responsible for the National System of Researchers (SNI), instituted in 1986, which has been a pinnacle in innovative forms of stimuli to individual researchers based on their productivity [Conacyt, 2017c]. Another important program of Conacyt, launched in 2007, is the Retention and Repatriation Program destined to attract Mexican researchers with established academic trajectories abroad, to continue their academic careers in national higher education and research institutions [Conacyt, 2017d]. Likewise, in 2006 Conacyt launched the National Laboratories program in an effort to promote the preparation of high-level human resources, the creation of laboratory networks for mutual support, and the provision of high-quality technological services [Conacyt, 2017e].

In the following sections, we will provide a global view of National Laboratories or equivalent organizations, discuss the Mexican National Laboratories at a deeper level, describe at some detail a successful Mexican Laboratory, and provide some reflections and conclusions.

National Laboratories of the World

Western countries became aware of the need to protect and enhance their national science as early as the 17th Century. The first effort to support, enhance and control the scientific production of a country took place in Great Britain with the creation of the Royal Society in 1663. The first 'learned society' meeting took place as early as November 1660. The group received royal approval and from 1663 on was known as 'The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge'. It is interesting to note that the first issue of *Philosophical Transactions* was published in 1665, the first scientific journal ever published. It established for the first time the concepts of scientific priority and peer review, being the oldest continuously published scientific journal in the world. Although the Royal Society is not the academic support of British national laboratories, it indeed was the inspiring intellectual founder of the enormous scientific apparatus of Great Britain, including the national laboratories [The Royal Society, 2017a].

The second oldest organization for the enhancement of science was born in Paris, France, in 1666. It emerged from the tradition of groups of scholars who used to meet around a patron or a learned personality to discuss advances of the science cultivated at the time. Jean-Baptiste Colbert created the Academy of Science of Paris by selecting a group of reputable scholars of general calling under the King's auspices. This reputable Académie was the founding block of the great scientific endeavor of France [Académie des sciences, 2017].

The examples that follow show the importance of investing in S&T for the material and social progress of the countries. Nations like Great Britain and France, which started

recognizing the importance of cultivating science as early as the 17th Century, continue being not only scientific but economic global powers as well, regardless the immense tribulations they have endured along centuries. The USA, a colonial country who became independent as late as the end of the 18th Century, was able to build their scientific apparatus at a fast rate, in part urged by wars' exigencies. The three nations currently enjoy first class economies and are world technology leaders, see Figure 1.

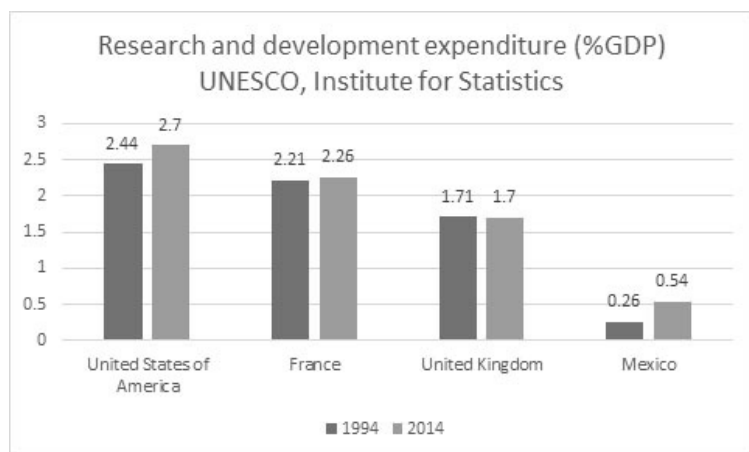


Figure 1. Per cent of GDP dedicated to S, T & I, in USA, France, the United Kingdom and Mexico.
Source: <https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?end=2014&start=1996&view=chart>, accessed September 12, 2017.

United Kingdom National Laboratories

Government funded research in the UK is organized around eight Research Councils (RC). The RCs' annual investment is around £ 3 billion to cover all the academic disciplines from medical and biological sciences to astronomy, physics, chemistry, engineering, social sciences, economy, environmental sciences, arts and humanities. They look for excellence in research (they secure this by keeping benchmarks with other countries) that has an impact on the growth and social well-being of the UK. To keep their position in worldwide research they have different funding programs, first-class facilities and infrastructure. They also encourage young professionals to follow a scientific career, and work with the youth to inspire new talents, and also involve the public in research (The Royal Society, 2017b).

UK RCs seek to ensure that the UK remains as the best place in the world to do research, innovate and grow business. They know that to accomplish their goals, they must continue doing long term investment in world class research and innovation, take advantage and understand the full potential of the UK's research and innovation ecosystem, develop the right skills, leadership and infrastructure to feed a sustainable economy and create high quality jobs.

The Research Councils are key to deliver research and innovation for the economic growth and its social impact by creating new knowledge, funding excellence in basic research, responding to social challenges, developing skills, leadership and infrastructure,

leading the research path of the UK, managing innovation, creating environments and brokerage companies, co-delivering research and innovation with 2,500 companies, 1,000 of which are subjected to situational method engineering (SME), and contributing to intelligence for defense policy [The Royal Society, 2017c].

The eight Research Councils are:

Biotechnology and Biological Sciences Research Council with 8 laboratories.

Science and Technology Facilities Council with 5 laboratories.

Department for Environment, Food and Rural Affairs with 4 laboratories.

Department for Business, Innovation and Skills with the National Physical Laboratory.

Ministry of Defense with 3 laboratories, one of them with 9 locations.

Medical Research Council with 5 laboratories.

Natural Environment Research Council with 6 laboratories.

Science and Technology Facilities Council, formerly Particle Physics and Astronomy Research Council with two laboratories (The Royal Society, 2017d).

French National Laboratories

The French achievements in science and technology have been significant throughout the past centuries, while the economic growth process and French industrialization was slow but continuous during the 18th and 19th centuries. The research and development efforts form an integral part of the country's economy. France is home to some of the oldest universities in the world (Montpellier, Paris) although in the moment of their foundation they were more centered on philosophy, theology and law rather than science.

The National Center for Scientific Research (Centre Nationale de la Recherche Scientifique, CNRS) is the public institution in charge of S&T in France. CNRS is organized around ten Institutes and dictates their scientific policy.

The National Center for Scientific Research: relevant characteristics.

CNRS is a public organization under the responsibility of the French Ministry of National Education, Higher Education and Research. CNRS is the largest French government organization for research and "the largest fundamental research organization in Europe" [CNRS Overview, 2017]. It employs 32,000 staff members (11,000+ researchers, 13,000+ engineers and 7,000+ administrative personnel). After the reorganization of 2009, the CNRS was divided into ten institutes:

Institute of Chemistry (INC).

Institute of Ecology and Environment (INEE).

Institute of Physics (INP).

Institute of Nuclear and Particle Physics (IN 2P3).

Institute of Biological Sciences (INSB).

Institute for Humanities and Social Sciences (INSHS).

Institute for Computer Sciences (INS 2I).

Institute for Engineering and Systems Sciences (INSIS).

Institute for Mathematical Sciences (INSMI).

Institute for Earth Sciences and Astronomy (INSU).

The National Committee for Scientific Research, that oversees the recruiting and evaluation of the researchers, is divided into 47 sections (e.g. section 1 is mathematics; section 7

is computer sciences and control). Researcher groups are affiliated to one primary institute and an optional secondary institute; all researchers belong to a section. For administrative purposes, the CNRS is divided in 19 regional divisions (including four for the Paris region) (CNRS, 2017a). CNRS laboratories, also called *research units*, are spread all over France and overseas. They are headed by tenured researchers, engineers and support personnel. A laboratory works on a renewable four-year contract, and is evaluated by the CNRS bi-annually. There are two types of labs:

Intramural labs, fully funded and managed by CNRS, and

Joint (or mixed) labs, in partnership with universities, other research organizations, or industry. They may be located in France or abroad.

Today, CNRS researchers are active in 1,256 research groups, 85 % are mixed and also include researchers that do not belong to the CNRS (most of the university professors); the mixed groups tend to be inside universities and other higher education institutions.

CNRS surpasses international rankings in all fields of knowledge. It features among the world's leading scientific organizations. In 2015, it heads *Nature's Index* with 4,939 refereed articles, ahead of the Chinese Academy of Sciences, Germany's Planck Institutes, Harvard University and the Spanish National Research Council. CNRS is also the world's leading research organization in terms of scientific publications, according to the rankings produced by the 2014 Scimago Institutions Rankings (SIR); again surpassing the Chinese Academy of Sciences, the Russian Academy of Sciences and Harvard University [CNRS, 2017a].

As the largest fundamental research organization in Europe, the CNRS carries out research in all fields of knowledge, through its ten institutes.

The role CNRS plays in innovation, technology transfer, spin off enterprises in France is of paramount importance to the French economy and development. It has a special agency that monitors and facilitates the innovation cycle. The Innovation and Business Relations Department (DIRE) is in charge of technology transfer specialists, 18 regional partnership and technology transfer departments, and an enterprise (FIST SA) dedicated to industrial applications, managing the patent portfolio and trading agreements with business partners. CNRS involvement with industry goes as far as being a part of 14 technology transfer companies (SATTs).

The CNRS Innovation and Business Relations Department (DIRE) monitors and facilitates the cycle of innovation (CNRS, 2017b).

It coordinates 300 technology transfer professionals, 18 CNRS regional partnership and technology transfer departments, and FIST SA, a subsidiary dedicated to industrial applications, managing the CNRS patent portfolio and negotiating operating agreements.

The CNRS also relies on the local action of the 14 technology transfer companies (SATTs) in which it is a shareholder.

USA National Laboratories

The origin of US National Laboratories can be traced back to the end of WW I when the US government started to invest in scientific research for national security purposes. However, the gigantic impulse for the creation of the laboratories took place during WW II because of the large scientific and technological requirements demanded by the war effort. This investment proved to be advantageous since the weapons that defeated the Axis

came out of the National Laboratories. The radar, the computer, the proximity fuse and the atomic bomb proved highly influential in the allied victory against the Third Reich and its allies, and so the technological advantage was also recognized as a proven asset.

After the War and due to its remarkable success, the new (at the time) Atomic Energy Commission took over the “temporary” war laboratories, extending their existence indefinitely. Funds and infrastructure were assigned to promote other national laboratories for both basic and classified research, especially in physics. Each national laboratory would be centered on one or several large and expensive equipment (such as particle accelerators or nuclear reactors). Most of the national laboratories are based on staffs of local researchers, allowing visiting researchers with different priorities according to each laboratory's policies. With this large resource centralization (monetary and intellectual), they are an example of what is known as Big Science [Weinberg, 1961].

Elements of competition and cooperation are promoted among laboratories. Frequently there are two laboratories with a similar mission (i. e., Lawrence Livermore was designed to compete with Los Alamos) hoping competition for resources will create a high-quality working culture. The Department of Energy of the USA, is one of the largest (if not the largest) scientific research system in the world. It provides funding for more than 40 % of the national total for physics, chemistry, materials science and other areas of physical sciences. Many are locally managed by private companies, while others are managed by universities. As a system, it forms one of the components of, what is called, the “iron triangle” (military, academy, industry).

USA national laboratories have served as leaders of scientific innovation for more than seventy years. This fact is clearly explained in the introduction to the description of each: “An outgrowth of immense investment in scientific research initiated by the U. S. Government during World War II, the National Laboratories have served as the leading institutions for scientific innovation in the United States for more than seventy years. The Energy Department's 17 National Labs tackle the critical scientific challenges of our time — from combating climate change to discovering the origins of our universe — and possess unique instruments and facilities, many of which are found nowhere else in the world. They address large scale, complex research and development challenges with a multidisciplinary approach that places an emphasis on translating basic science to innovation” [US Department of Energy, 2017].

Their general objectives are:

- Conduct research of the highest caliber.
- Advance the USA energy independence and the leadership in clean and accessible energy.
- Improve global and national security.
- Design, build, and operate distinctive scientific instrumentation and facilities and make them available to the scientific community.

Relevant characteristics

Today, all of them are mega institutions that provide services both to the public sector as well as the private sector, covering all fields of knowledge, and are grouped as follows:

17 National Laboratories from the Department of Energy (DOE), a set of research centers funded by the federal government and spread all over the country, with the purpose of advancing science and technology as well as fulfilling DOE's mission.

The National Institute of Standards and Technology, an agency of the Commerce Department. It operates six research laboratory programs, headquartered in Gaithersburg, Maryland.

The National Health Institutes is a research installation on biomedical and health related fields located in Bethesda, Maryland. It has five National Laboratories.

The University-National Oceanographic Laboratory System, a group of academic institutions and National Laboratories that are government funded organized to coordinate the use of research vessels to investigate the ocean.

The Center for the Advancement of Science in Space, a National Laboratory whose main research facilities are located in the USA portion of the International Space Station.

The USA sponsors its National ST&I system in different forms. It is difficult to assess the number of scientific laboratories operating since small and big universities, private or public, have each one of them research installations of considerable caliber, difficult to enumerate. Additionally, many industries carry out scientific research for their own purposes in well-equipped laboratories, like the pharmaceutical, food, machine tool, vehicle construction, and many other industries. In sum, the scientific and technological infrastructure of the USA generates countless scientific and technological results that eventually are incorporated to their products and sold not only in the USA but also in the rest of the world as well.

Mexican National Laboratories

In 2006, Conacyt instituted the National Laboratories Program. These laboratories are specialized research units for scientific development and innovation in fundamental subjects. They fulfill three main functions: research, human resources formation, and provision

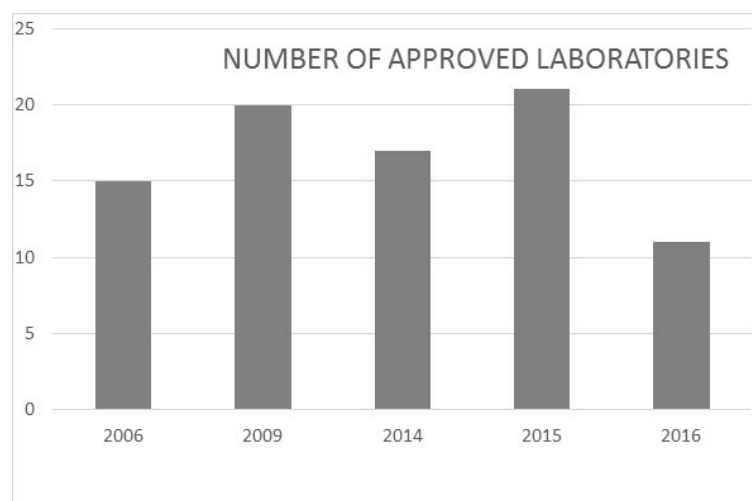


Figure 2. Number of approved laboratories per year.
Source: Conacyt (2017f). National Laboratories prior to 2016.

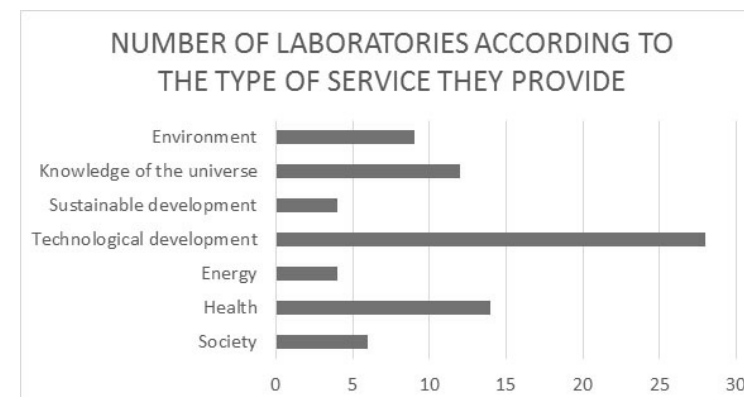


Figure 3. Number of laboratories according to the service provided.
Source: Conacyt, Boletín de Servicios (2017)

of services. The laboratories are composed by at least two research institutions, either public or private, with common or complementary research activities. The aim is to expand their S&T capabilities and provide high quality services to other laboratories, research centers, public and private corporations located in Mexico or abroad. Conacyt's pretention is that the laboratories eventually become self-financed by virtue of their role as services providers. Through calls for participation, Conacyt supports the creation of the laboratories to encourage the formation of high quality personnel, optimize resources, and generate synergies among institutions and organizations. The program provides funding for infrastructure; equipment and conditioning of a physical space within one of the participating institutions [Conacyt, 2017e].

So far there had been six calls for participation to laboratories to be recognized as national. Figure 2 shows the year and number of laboratories approved until 2016.

Not all laboratories selected remain as national. Some delete themselves for internal reasons, some are removed by Conacyt because they did not fulfill appropriately the plans they were supposed to carry out. Currently there are 66 laboratories in operation [Sánchez, Verenise, 2016], although a total of 84 institutions have been granted the status of National Laboratories at one time or another. One useful classification is referred to the field of knowledge they specialize in. Figure 3 shows the service category and the number of laboratories listed in each category, according to Conacyt's classification [Conacyt, Boletín de Servicios, 2017].

The national center of imaging studies and medical instrumentation (ci3m): an experience to follow

The CI3M is a unique project both in Mexico and Latin America. Its mother institution is the Metropolitan Autonomous University-Iztapalapa in Mexico City, which signed an agreement with Conacyt in 2004 for funding of the laboratory's infrastructure. It became a National Laboratory in 2007.



Figure 4. The National Center of Imaging Studies and Medical Instrumentation (CI3M), at The Metropolitan Autonomous University (UAM) in Mexico City

It is equipped with two magnetic resonance apparatus, one of 7 Tesla for small species research, and another one of 3 Tesla for humans, both for research and clinical use. The Laboratory's staff is composed of highly competent professionals. It is ranked as the most important imaging studies laboratory in Latin America and one of the best twelve laboratories globally [CI3M, 2017].

CI3M is in the field of Biomedical Engineering research. They seek new linkage methods and mutual support between all those involved in the discipline i.e. patients, physicians, clinical researchers, engineers, health institutions, entrepreneurs, investors, and government officials. The central idea is to put the infrastructure of this laboratory at the service of any scientist requesting it, to facilitate technology development of the interested community in the field of Biomedical Engineering. CI3M's objective is: "Our approach name is *Translational Engineering*. The objective is to facilitate the transformation of an idea or local solution of a problem into an application in the clinical media that not only solves the local problem, but with the potential of solving similar problems all over the world" [CI3M, Reporte Anual 2014–2015. (2016)].

In terms of human resources formation CI3M oversaw 160 internal students in special courses, 80 external students in courses and residencies, 100 external students in practices, and collaborates with several graduate programs, one internal and the rest external, by 2015. The core staff is composed by six renowned scientists.

CI3CM reports the following accomplishments by 2015:

- Research:

Lines of research: medical instrumentation, imaging, artificial organs and technical support.

30 projects, 50 % external collaborations,

13 international patents,

1 national patent 2010–2015.

- External services:

38 employees,

6 international and national enterprises,

7 universities,

3 research centers, international and national,

6 health institutes.



Figure 5. Part of the staff at the CI3M

In addition, CI3CM reported the creation of the first Mexican artificial heart Vitacor-UVAD, currently being used under informed consent [IMMX, 2017]. One of the most remarkable features of CI3CM is the fact that it is self-sustainable, which is the most cherished objective of the Conacyt's National Laboratories Program [CIM3M carteles, 2016].

Conclusions

The urgency to speed up the production of scientific and technological results in the economic south may be illustrated by the fact that *knowledge* is being produced by advanced countries at a rate impossible to catch up, therefore economic south countries should make the maximum effort to not to let the gap be enlarged but, if possible, reduced. *Knowledge* grows at a rate ever faster; Linowes puts it in the following terms:

It took from the time of Christ to the mid-eighteenth century for knowledge to double. It doubled again 150 years later and then again in only 50 years. Today it doubles every 4 or 5 years. More new information has been produced in the last 30 years than in the previous 5,000 [Linowes, 1990].

It is clear that the protection and enhancement of science by national authorities at an early stage have had a positive effect in the material well-being of countries. Those nations which supported modern science became global powers and controlled much of the international affairs. Countries in the process of development arrived late in the science scenery and therefore are making efforts to catch up. Those countries in the economic south became interested in science as a tool for development as late as the middle of the 20th Century.

Although there were a number of official efforts before, the Mexican government took the responsibility of promoting science — through the creation of Conacyt — in the direction the country badly needed it, since 1970. The foundation of the National Laboratories in 2006 has been the most recent major strategic plan to orient and encourage the science, technology, and innovation potential to speed up the technological progress of Mexico.

Many of the National Laboratories have positively responded to the expectations deposited in them. We have identified the following characteristics common to the successful laboratories:

Experience. Laboratories with vast experience have a better chance to succeed in their new role as National Laboratories. Many of the labs which were awarded the national

nomination have been in existence from 3 to 10 years earlier; therefore they have the prestige, tradition and the networking to perform successfully.

Network. Laboratories with an ample network have the advantage to strengthen the already made connections as opposed to labs which have to start from scratch the construction of a robust network.

Team expertise. It plays a crucial role for the performance of National Laboratories. Those labs equipped with expert teams carry out innovative and frontier research, innovating with unique new products based on the knowledge and expertise of their research teams.

Leadership. Perhaps this is the most important feature for laboratories to succeed. In fact, it's not necessary to count with "many" scientific leaders. One or two would be enough to make the lab a successful endeavor. The leader has to be an internationally recognized scientist, in addition to count not only with the acceptance of the group, but also the desire and courage to work together, as a well-oiled engine.

The National Center of Imaging Studies and Medical Instrumentation (CI3M) may be taken as a benchmark for the rest of laboratories. It abundantly fulfilled the four conditions suggested above. The laboratory was founded in 2003 as a response of university professors who were convinced of the need to develop research projects and programs in the area of medical imaging. At the time, the equipment they had was primarily used for clinical imaging purposes due to the great demand the population had for these services. By 2006 CI3M was prepared to answer Conacyt's call to become a national laboratory since it comprehensively met the required conditions. CI3M was awarded the distinction in 2007 together with a seed capital of 4 million US dollars. The capital was used to purchase up-to-date imaging equipment.

CI3M fulfills all the conditions Conacyt "dreams" of achieving for all the national laboratories. In the words of Dr. Bunge, Head of Scientific Development "we hope all the laboratories become national referents" [Bunge, 2017]. CI3M is not only a national referent but an international referent as well.

In conclusion, nations concerned with the cultivation of S&T+I at an early time in history, have improved the living standards of their peoples and have become the current global economic powers. In contrast, nations lagging behind and just entering the global economy have to make a substantial effort to reduce the S&T+I gap to really approach living standards of the economic powers.

Acknowledgments

The authors wish to acknowledge the support for this research from project PAPIIT IN118717: Desempeño de los Laboratorios Nacionales: Redes de Colaboración, Innovación y Articulación Productiva, UNAM.

References

- Académie des sciences* (2017), available at: <http://www.academie-sciences.fr/en/Histoire-de-l-Academie-des-sciences/history-of-the-french-academie-des-sciences.html> (Accessed 13 May 2017).
 Bunge, V. (2017), *Head of Thematic research networks*, Conacyt, Personal communication, June 27.
 CI3M (2017), available at: <http://www.cbiuami.org/index.php/investigacion/laboratorios?id=41> (Accessed 21 July 2017).

- CI3M, Reporte Anual 2014–2015 (2016), *Annual Report CI3M, 2014–2015*, available at: <http://ci3m.mx/inicio/wp-content/uploads/2017/02/Reporte-Anual-2014–2015.pdf> (Accessed 21 July 2017).
 CIM3CM *carteles* (2016), available at: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/carteles-laboratorios/13015-ci3m-25/file> (Accessed 13 July 2017).
 CNRS *Overview* (2017), available at: www.cnrs.fr/en/aboutcnrs/overview.htm (Accessed 13 June 2017).
 CNRS (2017a), available at: <http://www.cnrs.fr/en/aboutcnrs/key-figures.htm> (Accessed 19 April 2017).
 CNRS (2017b), available at: <http://www.cnrs.fr/en/aboutcnrs/innovation-business.htm> (Accessed 17 May 2017).
 Conacyt (2017a), available at: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt>, (Accessed 25 April 2017).
 Conacyt (2017b), available at: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/centros-de-investigacion-conacyt> (Accessed 25 April 2017).
 Conacyt (2017c), available at: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores> (Accessed 25 April 2017).
 Conacyt (2017d), available at: <https://www.gob.mx/conacyt/articulos/repatriaciones-y-retenciones> (Accessed 25 April 2017).
 Conacyt (2017e), available at: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-cientifico/programa-de-laboratorios-nacionales> (Accessed 25 April 2017).
 Conacyt (2017f), National Laboratories prior to 2016, available at: https://www.conacyt.gob.mx/images/pdfs_conacyt/laboratorios/LN_Catalogo_apoyos_previos_a_2016.pdf (Accessed 28 April 2017).
 Conacyt, *Boletín de Servicios* (2017), available at: https://www.conacyt.gob.mx/images/pdfs_conacyt/laboratorios/Boletin_de_servicios_Laboratorios_Nacionales.pdf (Accessed 28 April 2017).
 IMMX (2017). Corazón Artificial Vitacor-UVAD, 2017, available at: <http://innovationmatchmx.com/announcement/corazon-artificial-vitacor-uvad-universal-ventricular-assist-device/> (Accessed 21 July 2017).
 Linowes, David F. (1990), Speech delivered to the White House Conference on Libraries and Information Services, October 1990, quoted by Carl Dahlman, "The Third Industrial Revolution: Trends and Implications for Developing Countries," paper presented at the Foro Nacional International Conference on the New International Order, Rio de Janeiro, Brazil, April 13–14, 1994, available at: www.oas.org/udse/foro_pobreza/sagasti_esp_final, Accessed May 5, 2017.
 The Royal Society (2017a), available at: <https://royalsociety.org/about-us/history/> (Accessed 13 May 2017).
 The Royal Society (2017b), available at: <https://royalsociety.org/about-us/mission-priorities/> (Accessed 13 May 2017).
 The Royal Society (2017c), available at: <https://royalsociety.org/topics-policy/funding-governance-careers/topic/> (Accessed 15 May 2017).
 The Royal Society (2017d), available at: <https://royalsociety.org/about-us/governance/>, (Accessed 15 June 2017).
 US Department of Energy (2017), National Laboratories, available at: <https://energy.gov/national-laboratories> (Accessed 12 June 2017).
 Sánchez, Verénise (2016), *Tiene México 66 laboratorios de prestigio mundial (Mexico has 66 world-class laboratories)*, Conacyt Agencia Informativa, available at: <http://conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/6089-tiene-mexico-66-laboratorios-de-prestigio-mundial> (Accessed 13 May 2017).
 Weinberg, Alvin M. (1961), "Impact of Large-Scale Science on the United States", *Science*, vol. 134, no. 3473, pp. 161–164.

GIUSEPPE PELLEGRINI

Lecturer of Science and Public Engagement,
University of Padova,
President of Observa Science in Society,
Italy
e-mail: giuseppe.pellegrini@unipd.it

**BARBARA SARACINO**

Post-Doc Research Fellow,
Department of Sociology,
University Federico Secondo in Naples,
Italy
e-mail: barbara.saracino@unina.it



УДК 316.477 (=45)

Adolescents and Scientific Careers. Interests, Scholastic Experiences and the Opinions of Italian Students

Abstract: This study investigates students' views of science and technology, taking into consideration both internal and external factors. The article reports on the perceptions of 3,503 Italian students, focussing mainly on individual interests, scholastic experiences and their opinions concerning science and technology. A further analysis deals with the degree to which young people may consider following a career in scientific sectors. Findings show that although wider interests would tend to support future decisions, students appear to nurture ambivalent attitudes towards scientific careers. It is suggested that with respect to different levels of personal achievement in scientific careers various factors may have influenced the initial orientation. Such factors include the academic qualifications held by the students' parents and the presence of science laboratories at the schools they have attended. These variables moreover only appear to affect a student's intention to seek admission to a science faculty. In the presence of an intention to embark on a scientific career following graduation certain significant elements come into play, such as their participation in scientific events, the chance to come into direct contact with researchers and their confidence in scientific studies. If a student presents a desire to become a scientist, the degree of confidence that is felt with respect to this particular sphere also becomes significant. The pleasure in studying science subjects is the most influential variable, but its effect is reduced over the three stages of the envisaged or planned path.

Keywords: science, technology, STEM, education, motivation, scientists, careers.

Introduction

What do adolescents think about science and technology? What are their interests?

The relationship between adolescents and science has been studied for several years. Numerous studies have investigated motivations, skills and the most favourable didactic strategies. Among these we may mention the OECD PISA survey devoted to the study of competences [OECD, 2012], NAEP [IEP, 2013], TIMSS & PIRL [Loveless, 2013], the

ROSE survey on students' attitudes [Sjoberg & Schreiner, 2005] and the ASPIRE survey on students' intentions to study science and undertake a scientific career [Archer et al., 2010].

The attention dedicated to adolescents' interests with respect to science derives from the need expressed in various countries of the world to have an adequate number of scientists and researchers given the increasingly important influence of science and technology in economic and social development. Considering the inadequate number of students who attend scientific-oriented courses, in this regard it is possible to refer to a 'leaky pipeline', indicating the loss of students at the higher levels of study and thus a lower number of individuals who will embark on scientific careers. Beside this need, in several surveys a low propensity on the part of adolescents to pursue a career in science has been detected in various studies, this being a phenomenon that has stimulated reflection on the general interest in and on the teaching of science or STEM subjects, considering motivations, gender differences, family influence, school experiences, friendship groups and the connection with scientific careers [Carlone & Johnson, 2007; Holmegaard et al., 2012; Campbell et al., 2012; Harackiewicz et al., 2012; Robnett & Campbell, 2012; Hernandez et al., 2013].

The decision-making process that encourages young people to choose a career in science is rather complex and comprises numerous factors: interest, the perception of the usefulness of science, the relationship between science studied at school and its social relevance, scholastic education and relationships with teachers, the level of confidence in scientific institutions and scientists and gender differences. In many studies these factors have been considered in a negative way, identifying critical elements which normally discourage young people to embark on scientific careers [Eccles, 2009; Hyde & Lynn 2009; McRone, Morris & Walker 2005].

In this study we will investigate the interests of students, their school experiences and opinions concerning science and technology. Besides these three dimensions we will also take into consideration the variable of confidence in science and scientists and we will evaluate which factors influence these five dimensions. Finally, we will verify whether a relationship exists between these different dimensions and the orientation present in adolescents who feel they should undertake scientific studies or work in the field of research and in those who have a desire to become scientists.

Background

The 'Adolescents, Science and Technology' survey was carried out using various questions of the international ROSE (the Relevance of Science Education) survey dedicated to the study of the orientation of adolescents with respect to science and technology [Schreiner & Sjoberg, 2005].

The concept of a 'scientific attitude' that was considered refers to the distinction proposed by Klopfer as a set of affective behaviours in science education [Klopfer, 1971]. The distinction concerns "the feelings, beliefs and values held about an object that may be the enterprise of science, school science, the impact of science on society or scientists themselves" [Osborne, 2003]. In our study we considered these elements, identifying certain significant factors that relate to the following dimensions: interests, attitudes towards school experiences, attitudes towards science and scientists, pleasure derived from scholastic education and the intention to pursue a scientific career [Osborne et al., 2009].

Many studies have pointed out that an interest in science and technology is formed during adolescence [Osborne & Tytler, 2009]. When referring to a 'scientific interest' we mean primarily the 'domain interest' that focusses on scientific content covered during school lessons in line with the distinction suggested by research carried out by Haeussler & Hoffman [Haeussler & Hoffman, 2000], given that the questions proposed elements concerning the context of everyday life, the effects of scientific activity and the usefulness of science. On the other hand, elements concerning a 'subject interest', referring to the 'modality of learning', were analyzed within the sphere of school experiences, considering the evaluation of scientific content offered in the classroom.

Context

The Adolescents Science and Technology survey was conducted in Italian schools, in which the compulsory courses provided for by the Italian State are held.

The eligible population from which participants would be acquired for the study consisted of all students between the ages of 12–14 regularly attending the second year of secondary school. At the time of the survey the eligible population of subjects consisted of 545,624 students [MIUR, 2014]. The Italian scholastic system includes educational institutes characterised by different orientations, in which science education may range from a few to several hours, and usually from 1 to 3 hours. The study involved adolescents enrolled in the second year of a hundred randomly selected schools and was carried out between March and June 2014. In each school two classes were involved. The selection of schools from the available list occurred on a random basis, respecting the total numbers of students within the five geographical regions of the country: North West, North East, Central, South and the Mediterranean islands.

The students of the selected classes completed a hard-copy questionnaire with the assistance of teachers. The survey involved a sample of 3,503 students (52 % female).

Method

This article will try to highlight the relationship between 8 independent variables and some dependent variables which we will refer to as 'dimensions'. The study of this relationship was carried out with a view to comprehending the orientation of adolescents with respect to science and technology. The independent variables, which were identified following a verification of their significance, comprise gender, geographical area of residence, the level of education of the parents, the number of books available to students, the number of hours dedicated to science subjects at school, the use of a laboratory at school, the level of exposure to science in the media and participation in events having a scientific nature. In all of the regression models which we will present both the dependent and independent variables were subjected to normalization and assume values between 0 and 1. To analyse any multicollinearity issues a correlation table was compiled for each regression model and in all cases none of the correlation coefficients assumes values that may be considered as too high.

The dimensions selected as the subject of study for regression analysis are interests, school experiences, opinions on science and technology and confidence in science and

scientists. After analysing the relationship between the 8 independent variables and these dimensions we studied the relationship between the independent variables, the dimensions and three significant factors that concern scientific careers in order to ascertain which factors are capable of explaining the orientation of adolescents towards three characteristic aspects of a commitment to a possible career in science: the intention to enrol in a science-based degree course, the desire to work in the world of science and technology and the desire to become a scientist.

Interest in Science and Technology

In line with the objectives of the study and with the methodological approach adopted in the main international research, the first area of study examined is the level of interest in a significant set of scientific and technological aspects.

Students are primarily interested in practical aspects related to daily activities and which have an immediate affect at the personal level — as in the case of health — and, secondarily, they tend to focus on more general and theoretical knowledge. Drawing up a list of main interests, there is an evident preference for health in terms of knowledge and the possibility to treat those in need of medical assistance. These interests are followed by the meaning of dreams, scientific discoveries that have changed the course of history and environmental issues. Less evident were views relating to the meaning of life and phenomena not yet described and explained in a scientific manner. Comparing the data with the Rose survey conducted in Italy in 2009, an interest in understanding diseases remains a stable variable, while increasing attention is paid to first-aid intervention within the medical sphere, the meaning of dreams, inventions and environmental issues.

The interest of adolescents in science and technology was examined in a more analytical manner by studying the articulation of preferences within the list of 26 proposed items. This strategy was adopted in order to assess the areas that attract the younger generation and the relative degree of interest presented with respect to them within a context of significant transformation of the image of science and technology. A principal component analysis through successive trials allowed for the identification of 7 dimensions¹ (Table 1). The items that saturated each component were grouped together by means of summation indexes.

The interests of male students are mostly related to the exploration of outer space, the environment, agriculture and food and above all the use of technology. Female interests on the other hand tend to focus on issues relating to health, medical treatment and the psyche.

The main territorial differences concern the subjects of agriculture and food issues, the environment, health and medical treatment and issues more generally related to the generation of scientific knowledge, which adolescents in the South are more interested in with respect to the other participants.

Relationships between parents' qualifications and an interest in technology, the environment, agriculture and food, health and medical care are negative, while a larger numbers of books available in the home corresponds to a greater interest in environmental topics, issues relating to space exploration and the life and work of scientists.

¹ The use of the orthogonal varimax rotation exemplified the choice of the limited number of variables that saturate each component and made it possible to obtain a distinct separation between the various components (Di Franco, Marradi 2003, Osborne 2015).

Table 1

The items concerning interests and the 7 identified dimensions	
	<i>Things I want to know</i>
Health and medical care	<p>How to find cures for epidemics and diseases</p> <p>Cancer: what we know and how to treat the disease</p> <p>Understanding and how to find a cure for diseases such as HIV and AIDS</p> <p>Emergency Medical Services</p> <p>What we know about HIV/AIDS and how to keep it under control</p> <p>How alcohol and tobacco can harm the body</p> <p>Learning about sexuality and reproduction</p> <p>Using medicinal herbs or curing myself with alternative medicine treatments (acupuncture, homeopathy etc.)</p>
Environment	<p>What we do to maintain the purity of the air and drinking water</p> <p>How to improve crops in gardens and fields</p>
Agriculture and food	<p>The benefits and possible risks of modern farming methods</p> <p>The use of biotechnology to produce new foods</p>
Outer space	<p>Black holes, supernovas and other spectacular objects in space</p> <p>Missiles, satellites and space travel</p>
The psyche	<p>Life, death and the human soul</p> <p>Telepathy, mind reading, the sixth sense, intuition etc.</p> <p>The possible meanings of dreams</p>
Technology	<p>The use of laser technology (CD players, barcode readers, etc.)</p> <p>How devices such as television or radio operate</p> <p>How mobile phones send and receive messages</p> <p>How computers work</p>
Scientific Knowledge	<p>Famous scientists and their lives</p> <p>The biggest mistakes committed in scientific research and inventions</p> <p>How scientific ideas sometimes challenge religion, authority and tradition</p> <p>Inventions and discoveries that have changed the world</p> <p>Phenomena that scientists still can not explain</p>

A greater number of hours dedicated to scientific subjects at school positively influences the interest in technology and negatively influences the dimension we have indicated as referring to the psyche, moreover having a school laboratory where science lessons are held and experiments are carried out positively influences solely interests in the dimension that concerns the production of scientific knowledge.

Finally, it should be noted that an increasing exposure to technical and scientific content through television, newspapers or the web corresponds to a growth in all of the identified dimensions of interest, while participation in exhibitions or science festivals has a positive relationship only with the dimensions of agriculture and food, technology and scientific knowledge (in general) (cf. Table 2).

Regression models to explain the interest in science and technology

	Health and medical care			Environment			Agriculture and food			Outer space			The psyche			Technology			Construction of scientific knowledge		
	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.
Constant	0.598	0.013	0.000	0.554	0.026	0.000	0.322	0.021	0.000	0.328	0.027	0.000	0.535	0.023	0.000	0.483	0.022	0.000	0.247	0.018	0.000
Female=1	0.047	0.006	0.000	-0.051	0.011	0.000	-0.067	0.009	0.000	-0.094	0.011	0.000	0.141	0.009	0.000	-0.130	0.009	0.000	-0.009	0.007	0.229
Male=0																					
North=1	-0.008	0.008	0.282	-0.019	0.016	0.216	0.013	0.012	0.308	-0.014	0.016	0.386	0.011	0.013	0.397	-0.021	0.013	0.115	0.016	0.011	0.138
Other=0																					
South and Islands=1	0.023	0.008	0.005	0.045	0.016	0.005	0.050	0.013	0.000	-0.003	0.017	0.871	0.028	0.014	0.044	0.022	0.014	0.107	0.027	0.011	0.014
Other=0																					
Parents' cultural level	-0.023	0.009	0.009	-0.046	0.018	0.008	-0.041	0.014	0.003	0.019	0.018	0.300	0.011	0.015	0.490	-0.034	0.015	0.025	0.019	0.012	0.113
Number of books at home	0.004	0.011	0.696	0.053	0.022	0.016	0.016	0.017	0.370	0.104	0.023	0.000	0.028	0.019	0.136	-0.027	0.019	0.146	0.093	0.015	0.000
Science-class hours	-0.004	0.011	0.728	0.047	0.022	0.036	0.008	0.018	0.663	0.029	0.023	0.219	-0.053	0.019	0.007	0.043	0.019	0.025	-0.014	0.015	0.373
School laboratory	-0.007	0.007	0.324	-0.008	0.014	0.570	-0.021	0.011	0.071	0.022	0.015	0.143	0.008	0.012	0.522	-0.007	0.012	0.571	0.025	00:01	0.011
Media exposure to science	0.105	0.014	0.000	0.169	0.028	0.000	0.175	0.022	0.000	0.370	0.029	0.000	0.066	0.024	0.007	0.238	0.024	0.000	0.367	0.019	0.000
Attend public meetings about science and technology	0.018	0.017	0.275	-0.008	0.033	0.813	0.143	0.026	0.000	0.041	0.034	0.234	-0.025	0.028	0.383	0.067	0.028	0.016	0.104	0.022	0.000
	p $\chi^2=0.049$			p $\chi^2=0.038$			p $\chi^2=0.075$			p $\chi^2=0.107$			p $\chi^2=0.075$			p $\chi^2=0.124$			p $\chi^2=0.160$		

Science at School

Very often criticisms of various kinds are formulated with respect to science courses. Some studies in fact show that school lessons are rather theoretical and do not facilitate on the part of students a closer contact with scientific practice, while maintaining a separation between explanations and experiments². For this reason, at European level the so-called IBSE (Inquiry Based Science Education) approach was introduced with numerous educational programs in order to encourage the active involvement of students in practical activities in science subjects, allowing for the development of the analytical and investigative skills typical of research³. The Italian Government also pointed out in a recent policy paper the importance of “re-thinking the idea of a science laboratory as a place where ‘demonstrations’ occur and a place solely associated with a technological dimension ‘to promote’ a consideration of science laboratories as facilities where innovation may be contemplated and which may be related to the stimulation of creative and ‘problem solving’ skills in students”⁴.

But what do adolescents think about science and technology lessons? To what extent do they appreciate the usefulness of the subjects they learn about? Analysing preferences indicated with respect to a group of items concerning scholastic experiences, we first of all note that students positively evaluate time spent on science subjects, recognizing the importance of the knowledge and the usefulness of science subjects. The study of science is equally relevant for everyday life and future employment. The items most often preferred are the usefulness of knowledge of scientific subjects and its possible advantages in both professional and daily life. A comparison with the Rose 2009 survey data highlights a growing emphasis on various factors: the need for a scientific education for everyone and the perception of the usefulness of studying scientific subjects for everyday life and future careers. The consideration that science generates a form of curiosity for unknown things remains stable.

All items relating to scholastic experience were combined in a summation index, which, as in the case of all the other variables, was then normalized⁵.

The multiple regression analysis carried out shows that female students evaluate their scholastic experience more positively than male students. The appreciation also depends on the geographical area of residence and is higher in the north of the country, while it is not correlated with family background.

² P. E. Childs, *From Ser to Stl: translating science education research into science teaching and learning*, in Ciesla P. et al., *Chemistry Education in the Light of the Research*, Pedagogical University of Krakow, 2014, pp. 28–29.

³ The IBSE (Inquiry Based Science Education) is the pedagogical approach promoted by the European Commission with the 2007 Rocard Report based on investigation report that will stimulate questions and action which may lead to an understanding of phenomena and a problem-solving approach.

⁴ Presidency of the Council of Ministers, Ministry of Education, Universities and Research, *La Buona Scuola*, 2014, p. 111.

⁵ The items used to evaluate school science lessons were: a) I think everyone should study science subjects at school; b) What I learn during science lessons will be useful in everyday life; c) I think that the scientific knowledge acquired at school will be an asset in my future professional career; d) The science lessons have increased my curiosity about things we can not explain yet; e) Science subjects have made me more appreciative of nature; f) I would like to have more hours dedicated to science at school; g) Science classes have taught me to take better care of my health.

An increase in a positive evaluation with respect to science lessons at school corresponds to an increase in the number of hours dedicated to science subjects and is higher among those who have the opportunity to attend lessons in a laboratory.

Finally, the variables that have the greatest positive influence on pleasure in studying science subjects at school are students' participation in scientific events and, above all, exposure to science through the media and, first and foremost, an interest in science and technology. The estimated value of the parameter relating to variable exposure to science in the media remains high but decreases if the variable which comprises all of the interests in science and technology is added to the regression model. We have previously noted that interests are primarily related to exposure to science in the media; with this regression model we see that the relationship between exposure and pleasure in studying science subjects at school is mediated by interests, this being the most influential variable (Table 3).

Table 3

Regression models to explain the pleasure in studying science subjects in the classroom

	Pleasure in studying science subjects								
	Model 1			Model 2			Model 3		
	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.
Constant	0.147	0.017	0.000	-0.102	0.020	0.000	-0.084	0.019	0.000
Female=1 Male=0	0.020	0.007	0.005	0.025	0.007	0.000	0.023	0.007	0.000
North=1 Other=0	0.054	0.010	0.000	0.055	0.010	0.000	0.056	0.010	0.000
South and Islands=1 Other=0	0.065	0.010	0.000	0.052	0.010	0.000	0.049	0.010	0.000
Parents' cultural level	0.024	0.011	0.034	0.033	0.011	0.002			
Number of books at home	0.022	0.014	0.117	0.007	0.014	0.605			
Science-class hours	0.055	0.014	0.000	0.060	0.014	0.000	0.057	0.014	0.000
School laboratory	0.024	0.009	0.008	0.026	0.009	0.003	0.029	0.009	0.001
Media exposure to science	0.462	0.018	0.000	0.354	0.018	0.000	0.355	0.018	0.000
Attend public meetings about science and technology	0.148	0.021	0.000	0.119	0.021	0.000	0.122	0.020	0.000
Interest in science and technology				0.529	0.026	0.000	0.535	0.026	0.000
	R ² =0.249			R ² =0.344			R ² =0.342		

Opinions regarding science and technology

Generally, male and female students express positive views with respect to science and technology. In particular, general confidence is noted with respect to the activities of researchers and scientific institutions. Consistent with the interests that were expressed, also in this area students once again present an interest in work carried out to defeat serious diseases, showing that science and technology may contribute towards identifying opportune remedies for human health.

The expressed confidence, however, is not unconditional. In fact it is possible to recognise some critical elements which indicate the need to think about new models of development in which special attention is paid to the environment and human health with a rapidity of intervention deemed adequate from both the social and economic points of view.

A principal component analysis of orientations allows for the identification of four distinct thematic areas. The first area concerns the role of scientists in terms of knowledge⁶. In this area females reveal greater scepticism in their ability to provide reliable data and to be objective, while males show greater confidence in all aspects considered. The major concerns are also present especially among students residing in northern Italy.

The second area includes views on the capacity of science and technology to address important issues such as poverty and hunger⁷. In this regard the orientation of females is more critical as is that of students living in the southern regions.

Examining more closely the critical aspects related to scientific activity, a third area is identified; the elements taken into account concern the topic of values, the impact of scientific activities on the environment and the pace of change⁸. These data may be compared with the orientation of Italian public opinion and the findings of the Osservatorio Scienza Tecnologia e Società (*Science Technology and Society Observatory*) in 2014 (Bucchi, Saracino 2015). Adolescents generally have a more positive attitude. Considering in particular the rate of change affecting lifestyles brought about by science and technology, the average Italian believes that this is the element of greatest concern, while for the students who were interviewed this element is placed in third position following two positive considerations concerning the treatment of diseases and opportunities for development for the younger generations. Females in particular express doubts concerning the effects of environmental innovations, their effect within the social sphere and an acceleration of change in lifestyles. The analysis carried out in relation to geographical areas also indicates that the greatest concerns regarding the aspects considered are present among students living in the South of the country.

The last thematic area comprises expectations concerning the treatment of diseases and the development of advantages generated by scientific discoveries⁹. During a phase of life in which numerous expectations may be conjured up when considering the future, males reveal greater expectations with respect to the success of science in the health-care field and the possibility to exploit opportunities generated by technical and scientific innovations. Adolescents living in families presenting a higher cultural level state they are confident in the positive effects of science in these areas.

⁶The items that saturate the component *Neutrality and objectivity of scientists* are: a) Applying the scientific method, scientists always find the right answer; b) Scientists are neutral and objective.

⁷The component *Aid provided to eradicate poverty* is saturated by item a) Science and technology will help the poor and item b) Science and technology will help to eliminate poverty and hunger around the world.

⁸The component *Negative implications of research* is saturated by item a) Contemporary science threatens fundamental values, such as human life and the family, item b) Science and technology change our lifestyle too rapidly and item c) Science and technology are responsible for most of the environmental problems.

⁹The items that saturate the component *Future opportunities offered by science* are: a) Science and technology will find cures for diseases such as AIDS, cancer etc, and b) Thanks to science and technology there will be great opportunities for future generations.

For the regression analysis the items included in the questionnaire used to collect opinions concerning science and technology were grouped together by means of summation indices in two dimensions: confidence in science and technology in general and confidence in scientists.

With regard to the first dimension, the analysis highlights a significant correlation with gender, exposure to science in the media and pleasure derived from the study of scientific subjects (Table 4).

However, the variables relating to geographical area of residence and family background that were considered in a multivariate model lose their significance, both in this case and also when the dependent variable is confidence in scientists. Moreover, nor is it possible in both cases to establish a level of significance with respect to the variables relating to the number of hours dedicated to science subjects at school and the presence of a science laboratory at school.

On the other hand, as far as the dimension that comprises opinions with respect to scientists is concerned, once again female students show greater confidence than male students and the confidence increases in a manner parallel with an increase in exposure to science in the media and pleasure derived from studying science at school; an interest in science and technology and participation in scientific events also become significant elements (Table 5).

Table 4
Regression models which explain confidence in science and technology

	Confidence in science and technology								
	Model 1			Model 2			Model 3		
	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.
Constant	0.426	0.016	0.000	0.461	0.011	0.000	0.479	0.007	0.000
Female=1 Male=0	-0.022	0.005	0.000	-0.021	0.005	0.000	-0.024	0.005	0.000
North=1 Other=0	0.012	0.008	0.122						
South and Islands=1 Other=0	-0.004	0.008	0.622						
Parents' cultural level	0.011	0.009	0.198						
Number of books at home	0.030	0.011	0.005						
Science-class hours	-0.004	0.011	0.724						
School laboratory	0.014	0.007	0.053						
Media exposure to science	0.056	0.015	0.000	0.051	0.015	0.001	0.053	0.014	0.000
Attend public meetings about science and technology	-0.006	0.017	0.719	0.007	0.016	0.678			
Interest in science and technology	0.040	0.022	0.073	0.037	0.022	0.090			
Pleasure in studying science subjects	0.099	0.015	0.000	0.109	0.014	0.000	0.116	0.013	0.000
	R ² =0.075			R ² =0.064			R ² =0.062		

Table 5

Regression models which explain confidence in scientists

	Confidence in scientists								
	Model 1			Model 2			Model 3		
	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.
Constant	0.241	0.022	0.000	0.216	0.017	0.000	0.185	0.016	0.000
Female=1 Male=0	-0.028	0.007	0.000	-0.027	0.007	0.000	-0.029	0.007	0.000
North=1 Other=0	-0.011	0.011	0.308						
South and Islands=1 Other=0	-0.001	0.011	0.892						
Parents' cultural level	-0.002	0.012	0.876	-0.001	0.012	0.927			
Number of books at home	-0.046	0.015	0.002	-0.053	0.014	0.000			
Science-class hours	-0.010	0.015	0.511						
School laboratory	-0.019	0.010	0.047						
Media exposure to science	0.048	0.021	0.022	0.046	0.021	0.028	0.042	0.020	0.036
Attend public meetings about science and technology	0.045	0.022	0.046	0.047	0.022	0.034	0.045	0.022	0.041
Interest in science and technology	0.176	0.030	0.000	0.183	0.030	0.000	0.182	0.030	0.000
Pleasure in studying science subjects	0.171	0.020	0.000	0.165	0.020	0.000	0.165	0.019	0.000
	R ² =0.102			R ² =0.999			R ² =0.999		

Scientific careers

Future vocational orientations are engendered at school. To identify the expectations nurtured by adolescents three questions were presented. A possible path was studied in which the initial stage would involve enrolling in a science faculty, the second stage a desire to work in research and the third stage would present the chance to become a scientist. The three variables proposed stimulated varying degrees of acceptance. For the first and second variables one individual out of four amongst those interviewed gave a favourable response, while only 14 % of the sample stated they agreed with the statement "I would like to become a scientist", and among these only one third of the subjects were female students. In this section we will attempt to highlight the variables that influence these three conditions.

To identify which elements are capable of explaining the propensity to undertake a scientific career each of the three dependent variables identified was related to the 8 initial independent variables and with the 4 dimensions described in the preceding paragraphs.

The intention to enrol in a science faculty is less frequent among male students and among residents in the north of the country. It correlates positively with the level of education of the parents and the number of books in the home and the intention increases with an increasing exposure to science through the media, a greater number of lessons dedicated to science and a positive attitude concerning the student's participation in the same. The intention is more frequent if science classes are held in a laboratory at school, while it decreases in the presence of an increase in other interests. This latter tendency shows that a dispersion of interests in various areas does not facilitate the engendering of a specific orientation towards scientific studies.

Like the intention to enrol in a scientific faculty, the desire to work in research is also more common among women. It increases with a concomitant increase in the number of

books in the home, exposure to science through the media, a greater number of lessons dedicated to science and a positive attitude concerning the student's participation in the same. However, it is also positively correlated with participation in scientific events and confidence in science.

Unlike the two previous stages of the proposed career path, an aspiration to become a scientist is more frequent among males. It is less frequent among those residing in the South of the country, and it is associated positively with the number of books in the home and the number of hours dedicated to science at school, exposure to science through the media or by visiting exhibitions and festivals. It tends to increase with a stronger presence of pleasure found in studying science, an interest in scientific topics and confidence in science and scientists.

At this point it is interesting to note that the academic qualifications held by students' parents and the presence of science laboratories in schools appear to solely influence a student's intention to seek admission to a science faculty. The variable *Pleasure in studying science subjects* is the most significant in all three regression models but its effect is slightly reduced among the three stages of the outlined career path. In the presence of an intention to continue a scientific career following graduation significant elements come into play, such as participation in scientific events, the chance to come into direct contact with researchers and one's confidence in scientific studies. Finally, it should be noted that, in addition to the student's confidence in science, if the desire in question is to become a scientist, the confidence felt with respect to this professional category becomes positively significant.

Table 6

Regression models aimed at explaining an orientation towards a scientific career

	I would like to enrol in a science faculty			I would like to find a job in a scientific or technological field			I would like to become a scientist		
	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.	B	E.S.	Sig.
Constant	-0.496	0.059	0.000	-0.359	0.056	0.000	-0.319	0.032	0.000
Female=1 Male=0	0.046	0.018	0.010	0.110	0.017	0.000	-0.027	0.009	0.004
North=1 Other=0	-0.061	0.025	0.015	0.047	0.024	0.052	-0.026	0.014	0.058
South and Islands=1 Other=0	-0.047	0.026	0.068	0.002	0.025	0.943	-0.037	0.014	0.009
Parents' educational qualification	0.122	0.028	0.000	0.035	0.027	0.186	0.024	0.015	0.105
Number of books at home	0.208	0.035	0.000	0.068	0.034	0.045	0.052	0.019	0.006
Science-class hours	0.209	0.037	0.000	0.072	0.034	0.038	0.103	0.019	0.000
School laboratory	0.120	0.023	0.000	0.026	0.022	0.241	0.016	0.013	0.210
Media exposure to science	0.258	0.051	0.000	0.204	0.048	0.000	0.162	0.027	0.000
Attend public meetings about science and technology	0.004	0.057	0.950	0.106	0.052	0.042	0.101	0.029	0.001
Interest in science and technology	-0.264	0.073	0.000	0.097	0.069	0.161	0.098	0.039	0.012
Pleasure in studying science subjects	0.837	0.048	0.000	0.452	0.046	0.000	0.427	0.026	0.000
Confidence in science	0.089	0.063	0.156	0.159	0.060	0.008	0.074	0.034	0.028
Confidence in scientists	0.004	0.046	0.935	-0.031	0.044	0.481	0.097	0.025	0.000
	R ² =0.349			R ² =0.125			R ² =0.281		

Discussion

The interest in science and technology on the part of adolescents is a multidimensional concept that has been studied with this work, taking numerous elements into account. The analysis carried out allows for the identification of those elements which may be considered the most significant.

Firstly, there are significant differences between males and females; males display a stronger orientation towards technology, the exploration of outer space and the environment, while females present a greater interest in health and want to understand the ultimate goals of scientific activity. Moreover, the students' experiences at school have a significant effect on their interests and laboratory activities tend to nurture their curiosity with respect to scientific knowledge. Again, gender differences are found and it is noted that females derive a greater sense of gratification from science subjects studied at school.

Another key factor is media exposure; for all interests there is a strong correlation in this respect, which indicates an important influence of the media on adolescents' preferences.

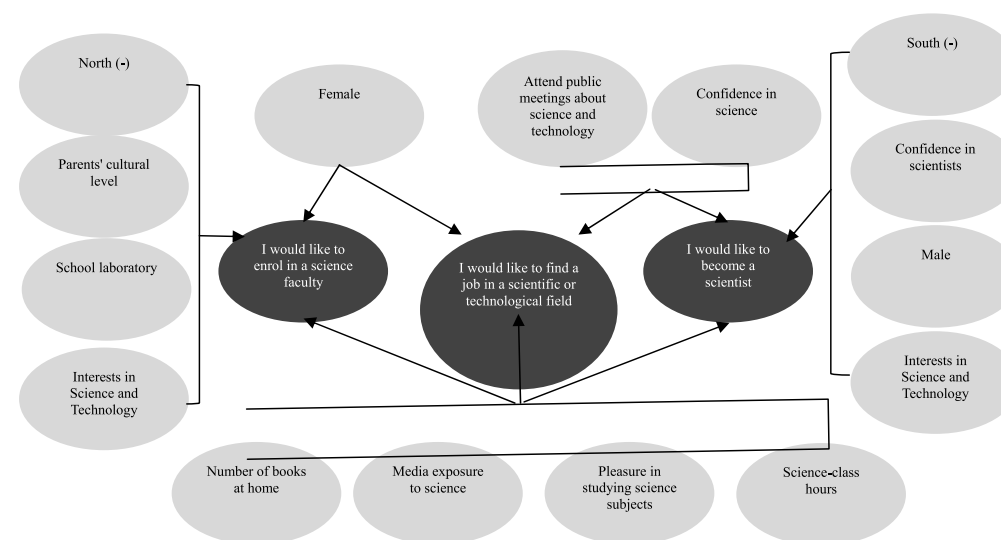
Students express positive opinions about scientific institutions and research activities, recognizing the progress that science has made in combating disease. Some doubts are detected however concerning the capacity to develop adequate responses to environmental problems and welfare issues in general. This type of concern shows that apart from scientific competence and expertise there is a need for intervention on the part of public institutions and policy-makers in the definition of a sustainable form of development. Students and especially girls do in fact manifest certain doubts in the ability of scientists to provide a secure response and objective data, this being an attitude particularly evident in students living in the north of the country, the area which is the most highly developed from the economic and industrial point of view.

Students express varying degrees of interest in scientific careers. About a third state that they intend to work in the world of scientific and technological research; these are students who derive a sense of gratification from science lessons at school, are interested in the work of scientists and have a positive view of scientific activities. For these students it is thus crucial to have a direct relationship with the world of research and they are willing to become a part of this sector in the future assuming a professional role.

The desire to enrol in undergraduate science courses, however, is evident in male and female students who come from families characterised by a fairly high cultural level and have acquired significant 'scientific' experiences at school. The choice of going to university carries on a family tradition and is almost always sustained by a good secondary school education which will make it possible to choose quite demanding academic courses for which above-average scholastic achievements are required.

Finally, the group of subjects who intend to become scientists, formed mainly by males, is restricted and represents 14% of the sample. The lack of interest in becoming a professional scientist is due to the fear of embracing an activity too demanding in terms of one's personal commitment, and with a reduction in important opportunities for self-realisation beyond the sphere of one's work as highlighted by the ASPIRE project (Archer et al., 2014). The male and female students in this group have various interests, but to a greater degree with respect to others reveal greater confidence in scientists. The students interested in scientific careers state that they have an interest in science in many respects but they differ depending on the commitment required. It is thus not possible to imagine the introduction of simple policies aimed at supporting an interest in science and technology and encouraging

Figure 1. Graphical representation of regression models to explain an orientation towards a scientific career



scientific careers that will in any case be chosen by a small proportion of students. Rather, it will be useful to support the students with the characteristics described in their intention to undertake the careers that have been described, reinforcing contextual factors and intrinsic motivations to foster the development of a life-project within the scientific field.

References

- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B. and Wong, B. (2010), "'Doing' science vs 'being' a scientist", *Science Education*, vol. 94, no. 4, pp. 617–639.
- Archer et al. (2014), *ASPIRE'S Young people's science and career aspirations, age 10–14*, King's College London.
- Bucchi, M. and Saracino, B. (2015), "Science, technology and public opinion in Italy in 2014", in Pellegrini G., B. Saracino, *Yearbook Science Technology and Society*, Bologna, Mulino, Il.
- Campbell L., Farkas T. and Brown C. S. (2012), "Adolescent Girls' Experiences and Gender-Related Beliefs in Relation to Their Motivation in Math. Science and Inglese", *Journal of Youth and Adolescence*.
- Carlone, H., and Johnson, A. (2007), "Understanding the Science Experiences of Successful Women of Color: Science Identity as an Analytic Lens", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 44, no. 8, pp. 1187–1218.
- Eccles, J. (2009), "Who am I and What am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action", *Educational Psychologist*, vol. 44, no. 2, pp. 78–89.
- Haeussler, P. and Hoffmann, L. (2000), "A curricular frame for physics education: Development, comparison with students' interests, and impact on students' achievement and self concept", *Science Education*, vol. 84, pp. 689–705.
- Harackiewicz, J. H., Rozek, C. S., Hulleman, C. S. and Hyde, J. S. (2012), "Parents to Motivate Adolescents in Mathematics and Science. An Experimental Test of a Utility-Value Intervention", *Psychological Science*, August 2012, vol. 23, pp. 899–906.

Hernandez P. R., Schultz, P. Wesley, Estrada, Mica, Woodcock, Anna, Chance and Randie C. (2013), "Sustaining optimal motivation: A longitudinal analysis of interventions to broaden participation of underrepresented students in STEM", *Journal of Educational Psychology*, Feb., vol. 105, no. 1, pp. 89–107.

Hyde, J. S. and Linn, M. C. (2009), "Gender Similarities in Mathematics and Science", *Science*, vol. 34, pp. 599–600.

Holmegaard H. T., Ulriksen L. M. and Møller Madsen L. (2012), "The process of choosing what to study: A longitudinal study of upper secondary students' identity work when choosing higher education", *Scandinavian Journal of Educational Research*, vol. 58, no. 1, pp. 21–40.

IEP, National Center for Education Statistics (2013), *An overview of National Assessment of Educational Progress*, US Department of Education.

Klopfer, L. (1971), "Evaluation of Learning in Science", in B. Bloom, J. Hastings, and G. Madaus (eds.), *Handbook of Summative and Formative Evaluation of Student Learning*, McGraw-Hill, New York, pp. 559–641.

Krapp A., Prenzel M. (2011), "Research on Interest" in *Science: Theories, Methods and Findings. International Journal of Science Education, Taylor & Francis (Routledge): SSH Titles*, vol. 33, no. 1, pp. 27–50.

Lyons, T. (2004), *Choosing physical science courses: The importance of cultural and social capital in the enrolment decisions of high achieving students*, Paper presented at the XI symposium of the International Organisation for Science and Technology Education (IOSTE), 25–30 July, Lublin, Poland.

Loveless, T. (2013), *The Latest TIMSS and PIRLS Scores, Brown Center Report on American Education: How Well Are American Students Learning?* available at: <http://www.brookings.edu/research/reports/2013/03/18-timss-pirls-scores-loveless>

McCrone, T., Morris, M. and Walker, M. (2005), *Pupil Choices at Key Stage 3 — Literature Review*, DfES, London.

MIUR (2014), Italian Ministry of Education, University and Research, Students database of Secondary School, available at: http://www.istruzione.it/allegati/avvio_anno_scolastico2013_2014_10.pdf

OECD (2014), PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do. Student Performance in Mathematics, Reading and Science.

OECD (2012), Italy Country Note, Results from PISA 2012, available at: <http://www.oecd.org/education/PISA-2012-results-italy.pdf>

Osborne, J. (2003), "Attitudes towards science: a review of the literature and its implications", *International Journal of Science Education*, vol. 25, no. 9, pp. 1049–1079.

Osborne J., Simon S., Tytler R. (2009), "Attitudes Towards Science", An Update, in *Proceedings of the Annual Meeting of the American Educational Research Association*, San Diego, Calif, USA, April 2009.

Osborne, J.W. (2015), "What is Rotating in Exploratory Factor Analysis?", *Practical Assessment, Research & Evaluation*, vol. 20, no. 2, available at: <http://pareonline.net/getvn.asp?v=20&n=2>

Pellegrini, G. (2015), "Adolescenti a confronto con scienza, tecnologia e cibo. Interessi, atteggiamenti e comportamenti", in Pellegrini G., Saracino B., *Annuario Scienza e Società*, Bologna, Mulino, II.

Robnett, R.D. and Leaper, C. (2013), "Friendship groups, personal motivation, and gender in relation to high school students' STEM career interest", *Journal of Research on Adolescence*, vol. 23, no. 4, pp. 652–664.

Sjøberg, S. and Schreiner, C. (2005), "How do learners in different cultures relate to science and technology?" *Results and perspectives from the project ROSE. Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, vol. 6, no. 2, pp. 1–16.

Schreiner, C. and Sjøberg, S. (2007), "Science education and youth's identity construction — two incompatible projects?" In: D. Corrigan, J. Dillon & R. Gunstone (Eds.), *The Re-emergence of Values in the Science Curriculum*, Sense Publishers, Rotterdam.

Tytler, R. and Osborne, J. (2012), "Student attitudes and aspirations towards science", in Fraser, B., *Second International Handbook of Science Education*, pp. 597–625.

Wang, J. and Staver, J. R. (2001), "Examining relationships between factors of science education and student career aspirations", *Journal of Educational Research*, vol. 94, no. 5, pp. 312–319.

IRINA DEZHINA

D. Sc. Degree in economics, Group Leader,
Science & Industrial Policy Group,
Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia,
e-mail: i.dezhina@skoltech.ru



УДК 001.83 (47+44)

Russian-French Scientific Collaboration: Approaches and Mutual Attitudes¹

Abstract: This article presents the results of a survey of Russian and French scientists, which has been conducted via face-to-face interviews, to identify motivations, origins, and a pace of development for scientific collaborations between the two countries. Respondents had experience in different types of interactions, including participation in joint research projects, fellowships, and part-time work in partner's lab. The major obstacle for these collaborations is the lack of funding, some logistical problems, with other issues related to the specifics of organization and regulation of scientific research in Russia. Sanctions and the state of foreign affairs also affect collaborations, even if indirectly. However, despite the existing obstacles, both parties are willing to continue joint work. Most of the findings of this study, which appeared to be more specific to science disciplines than to Russian-French relations, are likely to be applicable to the understanding of collaborations between the Russian and EU scientists in general.

Keywords: international scientific cooperation, Russia, France, mutual perceptions, obstacles, prospects.

Most studies of international scientific cooperation can be classified into the three categories, which focus on bibliometrics, legal and political issues, and existing collaborative programs, respectively. Bibliometric analyses are typically used to measure the intensity and productivity of collaborations. These studies showed, for example, that researchers from the developed Western countries prefer to publish jointly with their colleagues from the same country group (e. g., Chinchilla-Rodríguez, Vargas-Quesada, Hassan-Montero, González-Molina, & Moya-Anegón, 2009; Gazni, Sugimoto, & Didegah, 2012; Marshakova-Shaikovich, 1995; Mirskaya, 1999; Shaposhnik, 1999; Wagner & Leydesdorff, 2005; Wilson & Markusova, 2004). Wilson and Markusova (2004) used bibliometrics to demonstrate that some developing countries, such as Russia, are trying to "catch up" by widening their cooperation with Western European and North American countries. In yet another study of this type, Shaposhnik (1999) used data from the Science Citation Index to follow changes in the Soviet/Russian international scientific collaborations.

Studies dealing with legal and political aspects of international scientific cooperation can be exemplified using a recent work by Kiselev (2014), who discusses these issues for Russia. The author suggests that the improvement of international ties can help Russia to become more successful in attracting a young generation into science, increase publication outputs, improve its currently weak grant system, etc. In another study of this kind, Dezhina

¹ Funding: The travel funds for this project were provided by the French Embassy in Moscow.

(2010) shows how science and innovation policy in Russia affects the pace of development of international scientific collaborations.

Finally, the third group of studies comprises reports on results of ongoing collaborative efforts, predominantly within the EU Framework programs. These studies often concentrate on specific subjects (biotechnology, nanotechnology, etc.). Thus, Sharova et al (2016) analyze major instruments of government support for biotechnology and bioeconomy in Russia and discusses the possibility of applying these mechanisms to international cooperation. Other studies from this category also evaluate various EU programs (Horizon 2020, ERANET) to identify the extent to which they influence Russian regional development [Sharova, Dzedzyulya, Abramcheva, & Lavrova, 2016].

A number of publications devoted specifically to the Russian-French cooperation in science and technology is relatively limited. Often these studies consider Russian-French interactions in a broader context of international cooperation. Some publications, which focus on bibliometric indicators [Aldieri, Kotsemir, & Vinci, 2017; Markova, Shmatko, & Katchanov, 2016], provide valuable information on the relative standings of the two countries. Russian articles that analyze the reform of the Russian Academy of Sciences (RAS) provide comparison of the Russian and French systems of science. The defenders of RAS have been using the French CNRS (le Centre national de la recherche scientifique) as an example of a similarly structured system that is successful. The CNRS is usually regarded as an effective collaborative scheme between the Academy institutes and universities and as a proof that having an independent system of fundamental research is important. Examples of such studies include Polterovich (2014) and Varshavskii' (2011). Another direction of research represents historical studies of Russian-French collaborations or scientific interactions in certain disciplines, for example, mathematics [Graham, & Kantor, 2006; Graham & Kantor, 2009], space biology and medicine [Grigor'e, & Kotovskaya, 2016] or sociology [Gofman, 2014]. Sometimes these relationships are analyzed through the prism of Russian emigration to France [Gofman, 2014] or focused on certain professional Diaspora groups in France — for example, IT specialists [Smirnova, n. d.].

A separate group of studies includes formal reports, which document activities of Russian and French scientists within inter-governmental collaborative schemes. For example, a special issue of “Vestnik RFBR” (Russian Foundation for Basic Research) [Vestnik RFFI, 2016] was devoted to the 20th anniversary of the RFBR-CNRS supported Russian-French scientific projects. The issue contains articles by Russian scientists who participated in these collaborations, which describe their disciplinary areas, research findings, and project outcomes; additionally, it includes samples of opinions of Russian participants on their cooperation with French partners. These views cover a history of a given collaboration, its sustainability, prospects, and approaches to a search for partners.

All of the above works, while providing useful information on a “big picture”, do not reveal the nature of cooperation, mutual perceptions of collaborating researchers, and factors that influence their pace of development.

One study, which is unrelated to science but is relevant to the context of this paper, has been implemented by Muratbekova-Touron (2011), who conducted a survey of mutual perceptions of Russian managers working in France and of French managers in Russia. Some observations of asymmetry of these perceptions bear similarities to the findings outlined in the present article. Muratbekova-Touron shows that French culture has historically attracted Russian people. Russian nobility adopted French as their conversation and correspondence language, contributed to the spread of French culture in Russia, which till present

remains highly popular. This differed drastically from the views held by French managers, some of whom even expressed “Russo phobia”. Then, the issue of language turned out to be important, especially for the Russians working in France.

Our study addresses the question of mutual perceptions of Russian and French scientific collaborators. The results revealed that most factors that affect the development and pace of these collaborations are discipline- rather country-specific and therefore findings of this work can be applied to analyses of collaborations between Russia and other EU countries.

Study Design

This study has a goal of understanding how international scientific cooperation works and evolves at the level of individual researchers, based on their personal stories, opinions, and perceptions. The respondents have been asked questions on such issues as history and reasons for partnering with Russian / French colleagues, pace of development of these collaborations, benefits and obstacles of this joint work, assessment of graduate students involved, and effects of the new political situation and economic sanctions. The idea was to cover a wide range of aspects rather than to pursue each of these in depth. The study is based on unfocused interviews when conversations can develop in various directions. This approach is not suited for simple generalization of results in statistical terms; instead, it provides a wide variety of views and mutual perceptions.

A total of 39 interviews (15 Russian and 24 French respondents) have been conducted, from which 34 were face-to-face, and the rest — by phone or Skype. During the analysis, it became clear that a sub-group of the French respondents which consisted of Russian-speaking researchers, who reside permanently in France, should be assessed separately. The members of this sub-group were middle-aged or older and, therefore, have worked in both Russian (or Soviet) and French science systems. As a result, their attitudes differed from those of the native French researchers. Somewhat paradoxically, the phenomenon of only partial assimilation of Russian researchers can be attributed to a certain similarity between the science systems in the two countries. Russian scientists, who moved to France, were under an illusion that the French system should work similarly to what they got accustomed to in Russia (Soviet Union). “France sometimes gives an illusion of something familiar and a hope to find something that was lost”, — noted one of the French respondents.

The respondents were selected on a snowball basis; however, the names of the initial group have been suggested by the French Embassy in Moscow and included those researchers that have been actively involved in collaborations under the framework of the French or Russian-French government programs. These first interviewees have been asked to provide names of other Russian or French colleagues who either participated in collaborative projects or had work experience in France / Russia.

Further selection of respondents was based on a set of criteria aimed to diversify science fields, types of research, and their duration as following:

- 1) *areas of traditional strength of Russian science (physics, math), advanced areas (biomed), and region-sensitive areas (paleontology, archeology, history) have been covered;*
- 2) *the respondents have been chosen from both fundamental and applied fields; some respondents were also involved in commercial applications of research results;*

- 3) *different types of collaborations have been covered (joint research projects via EU / French instruments; various research / training / teaching schemes);*
- 4) *the respondents included the researchers with on-going collaborations and those who were involved in this cooperation in the past.*

A geographic diversity of the Russian and French respondents is different: the Russian respondents are mostly from Moscow while their French colleagues have better regional representation. The respondents specialize in different research fields — physics, mathematics, biology, biomedicine, Earth sciences, archeology, paleontology, philology, and history. They are predominantly middle-aged or older.

All the interviews took place between September 2016 and May 2017. The predominant number of respondents agreed to talk on the condition of anonymity. Respondents were not controlled by age or duration of collaboration.

The opinions of all the French respondents, including those from the Russian Diaspora, were analyzed together, as a “French view”. However, for issues on which the views of the Diaspora members deviated considerably from those of the native French scientists, the answers have been treated separately and compared to each other.

Cultural Aspects and Role of Language

Russian respondents discussed extensively the role of the French language and similarities of the Russian and French science systems. Many of them pointed out that the French and Russian research systems are similar because CNRS was founded in 1939 as a “mirror” of Soviet Academy; the same is true for INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale) as a parallel structure for the Soviet Academy of Medical Sciences. By contrast, French respondents did not pay much attention to these historical facts.

Indeed, many features of the two systems remain similar. Both CNRS and the institutes of RAS laboratories cooperate with universities, although, in Russia, these collaborations are informal and not regulated administratively. Likewise, both systems are largely government-regulated and, therefore, rigid, with researchers holding permanent positions. At the same time “*France gives its researchers a possibility to do what they want and this makes the difference not only with Russia but also with USA, where you have to apply for grants all the time*” (Russian biomedical scientist, № 1).

In discussions about the importance of language skills, most Russian respondents noted that knowing French is crucial for maintaining long-term contacts with French scientists even though English can be spoken in French labs. At the same time, no correlation was found between the knowledge of French and the status of a collaboration. Some of the respondents, who are fluent in French, don't cooperate with the French any more.

The proficiency in French has been cited as important not only for work reasons but also for better understanding the culture and for communicating outside of a lab. Most respondents stated that French culture and mentality are close to Russian, especially if compared with those of Germans, British or Americans (the respondents have experience in collaborations with these countries). In particular, Russian respondents mentioned as “similar” the following characteristics:

- French scientists, like Russians, can generate ideas but have difficulty with their commercial applications;

- They are better scientists than” administrators and businessmen”;
- The French may find compromises in difficult legal situations, like Russians do. “They may negotiate alternative routes when it is important for decision-making” (Diaspora math, № 1);
- They value uniqueness over unification.

At the same time, in the research culture, the French adopted some elements of the American (broader — overall Western) behavior; e.g., they pay much more attention than Russians to self-promotion. Overall, the respondents admitted that France is a very comfortable country for doing science.

Reasons to Start and Continue Collaboration

The study shows that there is no common approach to start a collaboration. The relations of the Russian respondents with their French colleagues started due to:

- Fellowships (temporary positions) at French labs and universities;
- Meetings at conferences;
- An initiative from the French side (interest to Russian publications or inventions);
- Accidental meetings with French scientists working on similar problems during visits to France.

In some cases, personal acquaintances have resulted in joint projects under the CNRS-RFBR calls. In others — to “pendulum” migration when Russian scientists have worked for extended periods in French labs and exchanged graduate students. Several respondents had a one-time fellowship and then continued the relationships remotely.

French respondents appear to be more proactive in seeking partners for collaboration. They often stated that they were actively looking for Russian partners. This is especially true for scientific fields that are region-specific, like geography, anthropology, botany, and Earth sciences. It is also true for areas where Russians have good data and sample collections (e.g., viruses or soil).

Half of the ‘native French’ respondents stated that they were looking for contacts with Russian researchers for a variety of reasons. These could be pure scientific interests (looking for specialists, data, or access to infrastructure) or some less obvious motives. In one case, a respondent developed interest in Russian science because his daughter decided to study Russian and make trips to Russia. In another case, a French researcher wanted to help Russian science after the breakup of the Soviet Union:

‘After the breakup of the Soviet Union I understood that it will be very difficult for science and decided to help Russians... There are many distinguished and unique scientists in Russia and collaboration gives a possibility to establish contacts and develop friendly relationships’ (French biophysicist, № 1).

Accidental meetings with Russians at the conferences also were starting points for further collaborations. Two respondents started to cooperate because of Russian-speaking colleagues who work in their divisions:

“After the breakup of the Soviet Union many Russians left to France and United States. I first started to work with Russians in France” (French physicist, № 2).

“I started to collaborate with Russia due to colleagues of Russian origin. Now we develop collaborations between French biologists and Russian physicists” (French physicist, № 3).

All the respondents from Diaspora stated that they have never interrupted collaborations with Russian colleagues in a variety of ways (formal and informal, in research and teaching).

“I always continued to collaborate with Russia, and especially intensive it was in the 90-s when there were special grants for countries of the Former Soviet Union, like INTAS, for example” (Diaspora physicist, № 2).

“I preserved all my linkages with Russia, and I tried the new form of teaching of Russian students from Russian universities. It is individual work with a small group. I am teaching online, and then each student writes essay and then passes an exam, using video conference” (Diaspora astrophysicist, № 3).

The survey revealed that aside of scientific interests, the collaborations could be inspired by an interest in training students, in teaching them new methods of research through their work in partner laboratories. Therefore, both parties are quite rational in their attitude to collaboration. They look for ideas, complimentary expertise, and good students.

“Russians are good specialists in regional geography, linguistics, and archeology. And I can use technical tools for working with their data and check hypothesis” (French Big Data specialist, № 4).

“Russian researchers have a good knowledge of nature and objects. French scientists know how to use science-intensive methods of analysis. In Russia, these methods are not used” (Diaspora hydrogeologist, № 4).

Intentions to further collaboration were expressed by both Russian and French respondents. In Russia, only those who work under formal international research cooperation tools supported by the Russian and French respective agencies plan to continue joint activities. Others reported the end of cooperation for one major reason: loss of interest in their research topic from the French side. This means that Russian-French official schemes for collaboration play an important role in sustainable development of partnerships. Overall, as other surveys show, (Shmatko, & Volkova, 2017) Russian scientists of higher qualifications do not consider international cooperation as important factor for successful professional activity: only 5.8 % of scientists working in research institutes and 3.8 % employed in universities value international cooperation as an important factor for professional growth. These are amazingly low numbers that demonstrate a continuing autarchy of the Russian science.

Half of the French respondents stated clearly their wish to continue and expand collaborations; for the Diaspora, this was not even a question — they maintain sustainable contacts. Some of the French researchers would like to take part in Russian programs that welcome foreign participation. Others are seeking Russian universities that wish to include them in collaboration schemes. One respondent would like to widen areas of collaboration by focusing not only on scientific research but also on commercially valuable developments. Some Diaspora researchers have a rather “romantic” view of the reasons for long-lasting collaboration:

“France is interested in cooperation with Russia because for them Moscow is the same as for us — Paris. Here is the saying, that ‘those French is bad who does not have Russian grandmother’. Russia and France are fond of each other. The first wave of [Russian] immigration influenced French science and culture” (Diaspora astrophysicist, № 3).

Mutual Perceptions Regarding Russian and French Graduate Students

Students play an important role in international cooperation for at least two reasons: (1) they learn fast and then apply new knowledge in their home countries (especially when experimental studies are concerned). (2) Students are the future of inter-country scientific relations; they ensure the continuity of collaborations. Russian and French students establish long-term linkages that may yield new joint projects in the future. Therefore, an important question is whether the students who participate in international collaborations are well trained and have good soft skills.

The opinions of respondents turned to be very different. Some Russian respondents think that French students are weaker than their Russian counterparts. Others stated that students from both countries are alike. The differences in training were mentioned: French get deeper education and Russians — broader. As far as personal qualities are concerned, Russian students were called as having “more initiative”, and “independent-thinkers”.

A view of the Diaspora respondents was similar to that of their Russian colleagues. They praised mostly Russian students, who are regarded as a benchmark.

“There are good French students, from Ecoles, not worse than Russian ones. Ecoles — this is the level of best Russian universities in their better times” (Diaspora physicists, № 5).

“Russian graduate students from Moscow state university are much stronger than the French ones” (Diaspora chemist, № 6).

“I mostly have graduate students from Ecole. They have equal level to Russian students from the best universities — Mechanical-mathematical department of the Moscow State University, Higher School of Economics, and Independent University” (Diaspora math, № 1).

French respondents tried to perceive it in a comparative, alienated way. Some of them consider that students are more or less alike, but Russian students have certain peculiarities, for example, they are shy, do not ask many questions, may work long hours and lack some skills that are a norm for French students:

“Russian students know a lot but they are unable to write a well-structured article, while French are usually obsessed with good structure. Russian texts are more descriptive; problematics is unclearly stated. Sometimes it is opposite — very abstract writing without any empirical evidence” (French historian, № 5).

Overall, the native French respondents talk about Russian students with warmth and sympathy, while the Diaspora researchers did not demonstrate similar attitude towards French students.

Common and Russia-Specific Problems

The survey has revealed that there are general and country-specific obstacles to cooperation between Russia and France. Common problems include lack of funding for collaboration, difficulties related to customs clearance (for transferring samples and other research materials), and visa issues. Country-specific problems are connected to how Russian science is organized and functioning. Lack of proficiency in the English language also turned to be a Russia-specific problem.

Overall insufficient funding has been mentioned most often. Other common issues, such as exchange of samples, customs clearance, and assignment of intellectual property rights, are disciplinary-specific.

Aside of admitting that funding is scarce, some French respondents connected the lack of money to “big-time policy”:

“For the CNRS, Russia is not priority anymore, especially after the closing of the CNRS representative office on Russia” (French philologist, № 6).

Lack of financial support turned to be not the most cited difficulty for the French respondents. The number one problem is **the state of the Russian science**, including funding, bureaucracy, age of scientists, knowledge of foreign language, and rather recent addition to this list — pressure to publish, wish of the Russian side to publish as many articles as possible. All these factors influence the pace of collaboration.

Some of the French respondents indicated that the level of Russian science has declined and as a result *“in the 90-s it was possible to start collaboration with many Russian organizations, and at the present time you should know for sure, with whom you are dealing”* (French physicist, № 7).

Insufficient transparency is also a problem in a broader sense:

“Some are cautious in traveling to Russia because of instability and lack of transparency in political regime. Diaspora researchers are least afraid at this point” (French biophysicist, № 1).

Older-age scientists who hold leading positions at Russian research organizations and universities are also considered to be a hamper:

“In Russia, there are many aged science administrators, just look at the age of academicians” (Diaspora physicist, № 2).

“There is misunderstanding of the concept of “collaboration” in Russia, especially among aged researchers. It is not a charity, it is equal exchange. You collaborate because your partner is better than you or is equal to you or even worse than you but due to partial transfer of joint work to him you are saving time. In Russia sometimes think that collaboration means that country-partner will give Russia money or any other goods” (French archeologist, № 8).

This citation highlights a sometimes passive position of Russian scientists. If one is considering cooperation as a form of charity, then “waiting” is more natural than being proactive.

Another problem hampering fruitful cooperation is the **lack of English language knowledge** in Russia. It is noticeable that no one from the native French speakers said that Russians must know French.

“Many young Russian scientists do not want to study even English... After three years of joint work some Russian participants did not manage to learn English. This limits their ability to take part in international conferences and communicate with foreign partners” (French historian, № 5).

“It is difficult to find partners because sometimes contact persons in Russia cannot write in English. We had a case when we were unable to overcome language barrier” (French anthropologist, № 9).

The language problem is seen differently from the Diaspora side: they mention that the requirement to learn French (applicable to graduate students and postdocs) hampers cooperation with young Russian scientists. To their view, this is a French problem, not the Russian one.

Visa issues are mostly affecting the French side, according to both the Russian and French respondents:

“Visa regulation is good for the Russian side. French sometimes may get visa fast only due to personal linkages” (Russian neurophysiologist, № 3).

“It is difficult to organize long stay of French students and graduate students in Russia, because of visa issues and other logistics. But the main problem is to get long-term visa for French students” (Russian biochemist, № 4).

“Visa is a problem. French give long-term (up to 5 years) visas to Russians, and Russians — only one-time visas” (French archeologist, № 8).

Visa issue is to some extent a local problem. In some Russian universities, paperwork for a visa is not a problem, and foreign partners get long-term visas without significant efforts.

Finally, a rather recent problem is **the pressure to publish**. Those French respondents that were collaborating with Russian partners for years, especially noticed this change:

“Now all Russians want to be co-authors of publications. Instead of 2–3 coauthors we have 15–16, and most of them are from Russia.” (French archeologist, № 8).

“In Russia, they want to have many publications, and they are expecting that we will publish together. I publish 2–4 articles per year, and in Russia the requirement is 4–6 publications, and it is not possible.” (French mechanical engineer, № 10).

“For Russians number of articles is more important than their quality. It is a reporting indicator for grants. Scientific level of an article is of secondary importance.” (French Big Data specialist, № 4).

It is noticeable that the Diaspora respondents did not mention this issue at all. Probably they understand the origin of this phenomenon better due to their ongoing engagements with Russian collaborators, and this is not a surprise for them.

Despite a variety of problems, when the respondents have been asked about measures that could enhance collaborations, they were talking mostly about the necessity to increase funding. At the same time, the respondents have different views about the preferable forms and purposes of financial support. Among the areas, the lack of support for the following have been mentioned:

- Joint research projects,
- Organization of international conferences,
- Support of graduate students participating in joint international projects,
- Fellowships.

Influence of Sanctions and State of Foreign Affairs

Sanctions is a comparatively new issue in international scientific collaboration however it cannot be considered a direct obstacle for cooperation. The survey confirmed that the sanctions are not seen as a hamper by the predominant number of respondents both in Russia and France.

No Russian respondents explicitly stated that the sanctions or the current state of foreign affairs are a serious problem. But from the wording, it was clear that the respondents see some influence and thus think that scientists through international collaborations may oppose worsening of the relations at the government level:

“When relations in politics worsened, relations in science are improving because this is an attempt to compensate difficulties of the political climate. It was much more difficult in USSR but still, foreign scientists were inviting Soviet scientists to visit them” (Russian biologist, № 5).

While talking about sanctions, all the Russian respondents were assessing the reaction of the French side or were discussing a broader political context. No one was looking at the

sanctions as a result of the Russian politics that has led to such an outcome. It looks like scientists are cautious and want to separate themselves from the domestic political context.

Most of the French respondents think that the sanctions and political tensions do not influence scientific collaboration. The Diaspora representatives were the most positive: all except two respondents said that the sanctions did not affect cooperation.

“Sanctions did not have any effects. We continue to work with Russia. France is a tolerant State, it has freedom of speech” (Diaspora physicists, № 5).

At the same time, the French respondents (including the Diaspora) were talking about a difficult political situation and worsening foreign affairs. The most common point of view was that politics influences collaborations indirectly, and negatively. However, at the level of universities, political factors may not have an effect.

“Political and economic situation in Russia do not favor cooperation. But at the level of French universities the politics is neutral. There is no encouragement of cooperation and there are no obstacles” (Diaspora radiochemist, № 7).

“Political considerations influence science indirectly. In France the views expressed by the President Charles de Gaulle are still powerful — ‘Russia as a counterbalance to the United States’. But: it is not easy to develop cooperation after Ukrainian events. At the level of universities it is possible to sign agreements but better not to advertise them in mass media” (French physicist, № 7).

The latter statement resembles the situation that was in the 80-s, after the Soviet Union entered Afganistan. In recently published memoirs, Claude Lorius, a French specialist in climatology and polar research and a foreign member of the Russian Academy of Sciences, discusses the influence of foreign affairs on scientific collaborations with Soviet scientists, back in the 80-s (Lorius, 2016). He writes that a close cooperation with Russians at that time and mentioning them in scientific results could generate criticism and blaming.

One respondent thinks that the sanctions have some positive influence on development of cooperation:

“There is a certain positive because of sanctions. The Ministry of Foreign Affairs (Ministre des Affaires étrangères) decided to increase financial support for Russians — for example, to cover travel expenditures of young Russians who come to study in France. But CNRS thinks differently. Russia is not priority for them. ANR also does not have bilateral agreement with Russia, and they do not want to discuss the subject of cooperation with Russia” (French physicist, № 2).

One of the respondents expressed an interesting opinion about the role of scientific cooperation and its potential to become a “soft power”. He thinks that science diplomacy has little influence on foreign affairs. In his view, the best way to develop linkages and mutual sympathy is not by doing scientific research, but through studying language:

“It is better to develop linkages through study of language. And French can do it very well. For example, there is a French cultural center in Moscow (Institut Français de Russie). It promotes study of French language” (Diaspora math, № 1).

Discussion and Conclusions

The results of this survey are dependent on the initial selection of respondents. Therefore, the findings demonstrate only some characteristics of collaboration. It does not mean that they will be reproduced in full on another sample. At the same time, the group of re-

spondents in this survey included both current and past participants of collaborations / fellowships / temporary work in Russia or France, scientists of different age and fields of study, and thus represents a wide variety of views.

Overall, the parties are willing to collaborate and there are no unsolvable problems. Those researchers who do not participate in joint projects or other forms of interaction any more, still contributed from their previous experience of working with/in France or Russia, as they did in cooperation with other countries. What is more important, in many cases, even when scientific cooperation came to an end, friendly relationships have continued. Personal friendships may have a larger impact on strengthening the links between the two countries than formal research partnerships.

Many respondents pointed out that the French and Russian research systems are similar because CNRS was founded in 1939 as a “mirror” of the Soviet Academy; the same is true for INSERM as a parallel structure for the Academy of Medical Sciences. Both systems are very much government-regulated, and researchers in the scientific institutes hold permanent positions. This similarity simplifies mutual understanding but at the same time creates a situation when the Diaspora researchers, i. e. Russian-speaking scientists working permanently in France, are predominantly not-assimilated. They are “Russians in French system”. Similar situations may exist in other countries as well, but when systems are very different, like, for example, in Russia and USA, immigrant researchers are forced to detach themselves from their previous views and habits. The “French of Russian origin” were the most judgmental when discussing the motives of collaboration, obstacles, and quality of student training. Such criticism is not a factor of age or a year of their exit from Russia. Similar views were expressed by both older (who had the Soviet experience in science) and younger respondents, (who emigrated in the 90-s and 2000-s).

At the same time, the Diaspora researchers can be considered as a driving force for cooperation. All of them have continuing collaborations and links with Russia in various forms. Those Diaspora researchers who have Russian passports are especially mobile and can be more flexible than their native French colleagues about short-term visits if negotiations or consultations are necessary. Moreover, some French scientists were involved in cooperation with Russian researchers exclusively due to the Russian-speaking researchers working in their labs (institutes, universities).

Overall, directly and indirectly, the respondents acknowledged strong bonds between the two nations, and a mutual cultural influence (including the impact of post-revolutionary Russian emigration on France). Cultural interconnections help to sustain research linkages. In this respect, France is a special country for Russia, though, on average, the country of origin does not play a key role in the selection of scientific partners. Nevertheless, given several choices, the Russian scientists preferred France (for example, for short-term fellowships, temporary research positions).

The knowledge of the other side’s language or at least the knowledge of English is important for strengthening international cooperation. This is in line with the findings of the Muratbekova-Touron’s (2011) survey of mutual perceptions among Russian and French managers. In our survey, the value of knowing French has been emphasized especially by the Russian respondents. They respect the French’s “love” to their language. The survey shows that language continues to be an issue, and the parties predominantly use English for communication. A solution could be in offering intensive language courses to scientists who have won a grant or received a fellowship in France. Germany offers such courses, which proved

effective (for example, for Alexander von Humboldt fellows). So far, the knowledge of even the English language continues to be a problem for the Russian side, as admitted by both young and older researchers alike. French respondents consider this to be a problem. Yet, they are very tolerant to Russians who do not know French and are extremely pleased when meet Russian scientists in Russia who do speak the language. None of the native speakers cited the knowledge of French is a prerequisite for cooperation.

Both undergraduate and graduate students are a future of science and international co-operation. In Russia, alarming moods about a worsening quality of higher education are common. The survey has demonstrated that Russian students are assessed positively by both the Russian and French respondents. In addition to a broad knowledge of certain areas of research, Russian students were praised for several personal qualities, including the ability to work long hours, persistence, and independent thinking. French students that participate in international collaborations are also strong. They have been characterized as well-educated, curious, efficient, and able to structure their scientific work. Judging from the opinions on students, it is possible to conclude that there are preconditions for continuing the French-Russian cooperation.

How do collaborations start? The survey reveals variety of ways, among which encounters at international conferences play an important role. Unfortunately, Russia currently hosts fewer conferences than before, especially in humanities. In defining possible collaborative schemes, support of international events should be carefully considered.

Overall, according to the survey, the French respondents seem to be more proactive in seeking partners for collaboration. "I was looking for..." was more characteristic for the French respondent while typical Russian responses would be "they found me; they invited me". In the beginning of 90-s, during the most severe crisis in Russian science, many countries and international organizations started to provide assistance. The transformation from "assistance" to "collaboration" was long and mentally difficult. At present, the concept of an equal partnership is common in the Russian-French collaborative schemes (e.g., parity in volumes of funding) but the mental perception of foreign partners as providers of "aid" is still widespread and could have influenced the views of some Russian respondents.

Concurrently, the reasons for collaborations proved to be pragmatic for both sides. Aside from exchange of ideas, dividing responsibilities, labor costs, and training students, the parties were interested in specific geographic areas, collections, databases, access to unique equipment, learning methods and techniques of research. This finding is line with previous studies of outcomes from international programs conducted in Russia. For example, the evaluation of Russian-American cooperative grants program that was conducted in the end of 90-s — beginning of 2000-s, showed similar results (Dezhina, 2005).

The respondents listed a variety of problems that hamper cooperation but none of them are exclusive for Russian-French collaborations. Lack of funding has been cited most often; such issues as difficulties in obtaining visas, transfer of samples, exchange of experimental data and materials also were mentioned.

A growing obstacle is the organization of research work in Russia, requirements towards reporting, and heavy focus on bibliometric output. These are the consequences of the current Russian science policy which cannot be changed at the level of individual universities or research institutes. The most characteristic example of a new obstacle is the pressure to publish. Russian scientists need publications in journals indexed in Scopus and Web of Science. It is important for the assessment of both individual researchers and whole

research institutes, for reporting purposes of grant-awarding organizations, and as a way to get monetary bonuses. The backside of this requirement is that it leads to chasing quantity at the expense of quality. French partners feel this pressure because a Russian side would like to have more joint articles with a larger number of Russian co-authors. Publishing in co-authorship with foreign researchers gives access to better (higher impact) journals and thus improves the bibliometric indicators. This trend — to publish more with foreign co-authors — has already been identified by the Russian Ministry of Education in Science in their assessment of bibliometric performance of the leading Russian universities (Ivanter, 2017). In France, the situation is different and the "publish or perish" slogan is not as abused as it is in Russia.

Sanctions and the state of foreign affairs are also a factor that should be considered in discussions of the status of international collaboration. The views of the Russian and French respondents differ somewhat, although in general both sides claimed that the sanctions did not influence their particular partnership. The Russian scientists mixed the sanctions and the changes in foreign affairs between the two countries. At the same time, the Russian respondents have been raising an issue of science diplomacy, thus indirectly admitting that some problems exist. In their reflections on the sanctions and state of foreign affairs, the Russian respondents based their judgement on the position of the French side, without looking at the sanctions as a reaction to Russian politics. They did not frame the Russian international politics as good or bad. This may be an indicator of the reluctance to discuss the sanctions in a broader political context and of the wish to separate scientific work from the surrounding economic and political factors.

The French respondents described the political situation as a difficult but stated that it influences scientific cooperation only indirectly, if at all. They suppose that at the level of universities, political factors may not have an effect.

Overall the idea that science is a sphere that connects countries at all times was shared both by the Russian and French respondents. And thus, it is appropriate to conclude by repeating the words of a Russian respondent, referring to a French scientist: "*Exactly scientists should be 'advocates of culture', as Jean-Pierre Sauvage once said. They travel a lot and see other cultures and traditions... Only scientists are independent*".

Reflections concerning language, sanctions, financial questions reveal that the Russian-French collaboration is asymmetric. This differs from the asymmetry found by Muratbekova-Touron (2011) (e.g., "Russo-phobia" of French managers). Russian respondents appear to be less independent in expressing their views than the French; they are more cautious and frequently adhere to the "universally agreed" positions while discussing sensitive issues. These observations may reflect indirectly the current spirit within the Russian scientific community and, therefore, are likely to be found in analyses of collaborations between Russia and other Western countries.

This research could be expanded by exploring the state of scientific collaborations between Russia and other countries, and then comparing the results to identify similarities and differences. One interesting case could involve a study of the Russian-British collaboration at the time of Brexit. Both science systems are in transition, therefore the pace, reasons, and outcomes of a joint scientific cooperation are not obvious. Many aspects of research cooperation related to mutual perceptions rather than to external regulations have not been studied yet.

Acknowledgments

I would like to thank all the researchers and officials whom I interviewed as a part of this project. A special gratitude is to Alexis Michel for his help with organizing this survey and for stimulating discussions.

References

- Aldieri, L., Kotsemir, M. and Vinci, C.P. (2017), “The impact of research collaboration on academic performance: An empirical analysis for some European countries”, *Socio-Economic Planning Sciences*. Advance online publication, doi: 10.1016/j.seps.2017.05.003
- Chinchilla-Rodríguez, Z., Vargas-Quesada, B., Hassan-Montero, Y., González-Molina, A. and Moya-Anegón, F. (2009), “New Approach to the Visualization of International Scientific Collaboration”, *Information Visualization*, vol. 9, no. 4, pp. 277–287, doi: 10.1057/ivs.2009.31
- Dezhina, I. (2005), “Вклад международных организаций и фондов в реформирование науки в России” [Impact of international organizations and foundations on reforms in Russian science], *Russia Nauchnye Trudy*, no. 91P, Institute for the Economy in Transition, Moscow, Russian.
- Dezhina, I. (2010), “Международное научное сотрудничество России” [International scientific cooperation of Russia], *World Economy and International Relations*, vol. 2, pp. 28–37.
- Gazni, A., Sugimoto, C.R. and Didegah, F. (2012), “Mapping world scientific collaboration: Authors, institutions, and countries”, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 63(2), pp. 323–335.
- Gofman, A.B. (2014), “Социология во Франции и в России. К истокам идейных взаимосвязей” [Sociology in France and Russia: to the origins of ideological interconnections], *Sotsiologicheskie issledovaniia*, vol. 11, pp. 3–12.
- Graham, L. and Kantor, J. — M. (2006), “Два подхода к оценке математики как феномена культуры: Франция и Россия, 1890–1930 гг.” [Two approaches to mathematics evaluation as phenomenon of culture: France and Russia, 1890–1930 years], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 3, pp. 56–78.
2. Graham, L. and Kantor, J. — M. (2009), *Naming Infinity. A True Story of Religious Mysticism and Mathematical Creativity*, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA.
3. Grigor’ev, A. I. and Kotovskaya, A.R. (2016), “Russian–French Scientific Collaboration in Space Biology and Medicine”, *Vestnik Rossiiskoi Akademii Nauk*, vol. 86, no. 7, pp. 603–610.
- Ivanter, A. (2017, June 30), “Без ГОЭЛРО и бомбы [Without GOELRO and a bomb]”, *Expert*, Retrieved from <http://expert.ru/expert/2017/21/bez-goelro-i-bomby/>
- Kiselev, V. (2014), *Международное научно-техническое сотрудничество Российской Федерации: краткий обзор и вопросы развития [International scientific-technological cooperation of the Russian Federation: short overview and questions of development]*, Spetskniga, Moscow, Russia.
- Lorius, C. (2016), *Mémoires sauvées des glaces [Memories saved from the ice]*, Flammarion, Paris.
- Markova, Y.V., Shmatko, N.A. and Katchanov, Y.L. (2016), “Synchronous international scientific mobility in the space of affiliations: evidence from Russia”, *SpringerPlus*, vol. 5, no. 1, doi: 10.1186/s40064-016-2127-3
- Marshakova-Shaikovich, I.V. (1995). “Вклад России в развитие науки: библиометрический анализ” [Input of Russia in development of science: bibliometric analysis], Yanus, Moscow, Russia.
- Mirskaya, E.Z. (1999), *Международное сотрудничество в академической науке постсоциалистических стран [International cooperation in academic science in the postsoviet countries]*, *Naukovedenie*, vol. 1, pp. 144–156.
- Muratbekova-Touron, M. (2011), “Mutual perception of Russian and French managers”, *The International Journal of Human Resource Management*, vol. 22, no. 8, pp. 1723–1740.

- Polterovich, V.M. (2014), “Реформа РАН: экспертный анализ” [Academy Reform: Expert Evaluation], *Obshchestvennye nauki i sovremennost’*, vol. 1, pp. 5–28.
- Shaposhnik, S.B. (1999), “Международное научное сотрудничество России: библиометрическое исследование” [International scientific cooperation in Russia: bibliometric study], *Naukovedenie*, vol. 1, pp. 157–171.
- Sharova, I., Dzedzyulya, E., Abramcheva, I., and Lavrova, A. (2016), “Instruments of international scientific cooperation in the field of bioeconomy as driver of emerging economies. The experience of the EU-Russia cooperation”, *International Journal of Environmental and Science Education*, vol. 11, no. 18, pp. 11 845–11 853.
- Shmatko, N. and Volkova, G. (2017), “Service or Devotion? Motivation patterns of Russian Researchers” *Foresight and STS Governance*, vol. 11, no. 2, pp. 54–66.
- Smirnova, E. *Стиль жизни [Style of life]*. Retrieved from <http://rcs.eu.spb.ru/longreads/style/Varshavskii/>
- Varshavskii, A. (2011), “Проблемы науки и ее результативность” [Problems of science and its results], *Voprosy ekonomiki*, vol. 1, pp. 151–157.
- Vestnik RFFI (2016), *20 лет сотрудничества Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Национального Центра научных исследований Франции (НЦНИ)* [20 Years of cooperation of the Russian foundation for fundamental research (RFFI) and the French National center of scientific research (CNRS)], Moscow, Russia.
- Wagner, C.S. and Leydesdorff L. (2005), “Mapping the network of global science: Comparing international co-authorships from 1990 to 2000”, *International Journal of Technology and Globalisation*, vol. 1, no. 2, pp.185–208.
- Wilson, C.S., and Markusova, V.A. (2004), “Changes in the scientific output of Russia from 1980 to 2000, as reflected in the Science Citation Index in relation to national politico-economic changes”, *Scientometrics*, vol. 59, no. 3, pp. 345–389.

GALINA P. GVOZDEVA

PhD in Economics,
Senior Researcher of the Institute of Economics and Industrial Engineering,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IEIE SB RAS);
Associate Professor of the Novosibirsk National Research State University (NSU);
Novosibirsk, Russian Federation;
e-mail: gvozdeva@ieie.nsc.ru

**ELENA S. GVOZDEVA**

PhD in Sociology,
Senior Researcher of the Institute of Economics and Industrial Engineering,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (IEIE SB RAS),
Novosibirsk, Russian Federation;
e-mail: Elena_gvozdeva@mail.ru



УДК 316.477 (=47)

Youth's Interest in Science and Innovation and the Conditions for Leadership in Russia

Abstract: The purpose of the study is to identify the interest of young professionals to work in the field of science and innovation, as well as the necessary conditions for realization of their leadership potential in the employment behavior and in interaction with the authorities.

The theoretical understanding of the behaviour and leadership opportunities for youth is based, first, on the approach of D. McClelland, under which labor activity, its result is determined by the interaction of three variables: motives, personal capabilities and qualities. Second, on the theory of expectations of V. Vroom studying work motivation. Thirdly, on the theories of positive leadership, in particular used the concept of distributed leadership by D. Bradford and A. Cohen, and terms and the conditions of group leadership of N. Tichy.

Using data from a survey of graduates conducted in 2015–2016, IEIE SB RAS (2573 respondents) identified the motives of choice of profession graduates and their preferred areas of employment. Shown significant differences in motivation between those who want to work in the field of science and innovations and those aimed at other areas of employment.

Data from the all-Russia surveys of young scientists and innovators, conducted in 2003–2004, 2010 and 2011 (1192, 1328 and 1032 respondents, respectively), allowed to characterize leadership resource of youth and the prerequisites of successful leadership. It is proved that the role of young scientists in the innovative development should be strengthened by granting them more resources and responsibility for decision making.

Keywords: Youth, interest in science and innovation, conditions for leadership.

Research Problem, Objectives and Methodological Approach

The relevance of studying of labour and educational practices is associated with the need of effective replacement of personnel for the economy, in particular in scientific and educational sphere, ensuring the involvement of young people able to implement new technology, science and innovative entrepreneurship and to modernize social institutions.

Studies show that “as a result of falling of prestige of research and teaching, reducing the social status of scientists and teachers, low level of wages, the vast majority of University

students do not want to tie their future with science and education” [Todosiichuk, 2011, p. 36; Ashcheulova, 2012; Gorshkov, 2010, p. 168].

Object of the study: peculiarities of values, behavior, social-labor practices and use of human potential of the Russian youth.

Under educational and work practices, we mean behaviors with rules interwoven into them, on the basis of which individuals engage in education and work: they study, work, reshape themselves, turn into professionals or build up their creative potential, and also change the rules and regulations governing activities in these areas. Here we draw on P. Sz-tompka's definition of social practice [Sz-tompka, 1993, 1996, p. 273].

The purpose of the study is to identify the interest and motivation of young professionals working in the field of science and innovation, as well as the necessary conditions for the realization of their leadership potential, as in the employment behavior and in interaction with the authorities.

We choose to interpret the term “innovators” in a broad sense — encompassing firms and research institutes as well as individuals involved in innovation activities. This definition is used by German and English researchers analyzing regional networks of innovators [Kantner, 2011]. The broad interpretation also applies conveniently in our case, when we analyze the materials of surveys of young people involved in innovation activities.

In Russia, innovation processes do not give the desired result because of the unavailability of social institutions and actors. Requires involvement of young scientists to work effectively, because the number of researchers significantly — about 28%—decreased over the period from 1995 to 2014. Since 2009, reduced the number of PhD students [Indikatory, 2016, p. 41, 44–48]. The actual problem of Russia's modernization is creating incentives for key actors of innovative development and elaborating social policy, promoting the development of human potential.

Briefly outline the theoretical and methodological approach to the study of motivation and leadership of youth in development. The theoretical understanding of the behavior and leadership opportunities of youth is based, first, on the approach of D. McClelland [McClelland 2007, p. 566–567], under which labor activity and its result is determined by the interaction of three variables: motives, personal capabilities and qualities. Also used the methodology of the theories of human capital, human development [UNDP, 2015], structure-activity approach to the study of labour practices [see, for example: Archer, 1994; Zaslavskaya, 2003, 2008; Sz-tompka, 1993; Shtompka 1996; Yadov, 2013].

Second, on the theory of expectations of V. Vroom [Vroom, 1994], in which motivational factors of work are described as a set of variables, superimposed on each other: the expectation of the conformity of obtained results to their own efforts, the expectation of rewards corresponding to these results, as well as individual values of reward to a person.

Third, on the theories of positive leadership, in particular, used the concept of distributed leadership by D. Bradford and A. Cohen [Bradford, 1997], and terms and conditions of group leadership of N. Tichy [Tichy, 1997, 2004].

What Motivates Young Professionals to Choose a Career in Science and Innovation?

In this part of the study we ask the following questions: How does the motivation of a young person who chooses a career in science and innovative entrepreneurship differ from

that of a professional who has no interest in these careers? Are there at all any differences in motivation between them?

The database on career choice motivations and possible careers in science and innovative entrepreneurship includes the results of a sociological survey conducted by the IEIE SB RAS in 2015–2016 (coordinator: I. I. Kharchenko). The data array used in our study contains responses characterizing the work practices of 2573 graduate students of 12 universities in the Novosibirsk region. As part of the survey, researchers interviewed 454 final-year students of Novosibirsk National Research State University (NSU), one of Russia's leading universities preparing specialists for science and for the innovative segment of the economy.

To identify the undergraduates' motivations for choosing a profession that requires high qualification levels, we analyzed their answers to the question: To what extent did the listed aspects of the future profession influence your choice? The question contained 13 clues, which we subjected to factor analysis; as a result, we identified 4 main motivations for the entire array of university students (the explained variance was 54%; the numbers in parenthesis show the contribution of each factor): (1) prestigious profession, career prospects, and earnings (18%); (2) avoidance of strenuous work (ease of enrollment and studies and availability of benefits, 14%); (3) creative motivation and interest in profession (12%); (4) personal self-fulfillment (10%). Moreover, the factor of personal self-fulfillment is represented by two mutually exclusive components: male students prefer to work with technology while females prefer jobs that involve communicating with people.

Then we checked whether the same set of factors applies to the motivations of students willing to work in science and innovative entrepreneurship and to those of people with different career choices. 27% of the surveyed undergraduates answered the question "Would you like work in science and research after graduating from university?" as "yes, I certainly would" or "yes, I would like to, under certain conditions". Among the students of NSU, a half (49%) of those surveyed intend to work in science and innovation.

We conducted the factor analysis separately for future professionals who are willing and not willing to work in science and innovation ("*interested in a career in science*" and "*uninterested in an academic career*"). We obtained four substantially similar factors and subjected them to rapid cluster analysis; as a result, we built a distribution of students by groups/clusters differing in their prevailing motivations. The results are given in Table 1. The future professionals who interested in a career in science have a distinct creative motivation; uninterested in an academic career have a distinct motivation for self-fulfillment.

The factor analysis for the group composed of NSU undergraduates also revealed four factors (the total explained variance was 62%). The interpretation of two of them coincided with the motivations identified for the entire array. Interestingly, the NSU group also showed a broad representation of such clusters as lack of interest in profession and avoidance of strenuous work. The interpretation of the other two factors, underpinning the identification of the clusters, differs from that for the entire array. The factor of creative motivation incorporated such a component as career prospects, which in the other cases was part of the first factor, i.e., prestigious profession, career growth, and earnings. The fourth factor, self-fulfillment, acquired a somewhat different meaning because the respondents wished to pursue the same career as their parents. We called it "self-fulfillment in the same career as a parent".

The most influential factor for the entire pool of young professionals is prestigious profession and economic motivation. However, NSU students more often show creative motivation, which also lies at the heart of career growth. A quarter of students lack interest in profession. They study only to earn a degree and, for NSU students, a degree from this particular university.

Table 1

Distribution of undergraduates from universities of the Novosibirsk region by clusters differing in the prevailing career choice motivation

Prevailing motivation in the cluster	Percentage of students in the cluster		
	science career choosers	non-science career choosers	NSU
Prestigious profession, economic motivation	38	40	
Lack of creative motivation and interest in profession	16	25	26
Avoidance of strenuous work	8	11	11
Self-fulfillment: preference for working with technology		24	
Creative motivation	38		
Creative motivation and career growth			39
Self-fulfillment in the same career as a parent			24
Total	100	100	100

Let us briefly describe the composition of each of the groups and their ideas about life success.

"Interested in a career in science" show a greater representation of males than females ($z = 4.0$); a half of this group (50.3%) finished not an ordinary high school but a lyceum, university-preparatory school, or special school with in-depth study of certain subjects ($z = 6.4$). Moreover, this group has a higher proportion of respondents evaluating their parent family's financial situation as below average (17%, $z = 4.2$). As a rule, they study at the university on a budgetary (non-paid) basis ($z = 8.4$), and most of them (69.3%) intend to pursue a career in their specialty.

This group sees more value in interesting professions ($z = 2.8$) and less value in prestigious professions ($z = -3.2$), compared with the alternative group (fig. 1). Obviously, potential scientists attach importance to good education and high qualifications ($z = 3.2$ and $z = 3.5$) and to public recognition ($z = 2.7$).

"Uninterested in an academic career". More than a half (53%) of this group are females who graduated from an ordinary high school (66%); a third of this group study at the university on a paid basis (32%, $z = 7.0$) or participate in a targeted enrollment program (whereby a company or public agency pays for his/her education; 7%, $z = 4.0$), which is a significant distinction from the alternative group. More than a half of these professionals do not intend to work in their specialty: 7% answered that they "do not intend to" and 48% said "maybe" ($z = 4.0$ and $z = 9.1$, respectively). Also, this group has a higher proportion of those who assess the financial position of their parental family as "a family with an average income" (66%, $z = 4.1$). They place more value in health, family, and friends ($z = 3.0$, $z = 2.6$ and $z = 2.1$, respectively). In terms of career and employment, they attach more importance to prestigious professions, material well-being, and working in a managerial position or running one's own business ($z = 3.2$, $z = 2.2$, $z = 1.9$ and $z = 2.6$).

Do the representatives of these two groups have different requirements for their potential workplace? For all the young professionals, the most important factors underpinning their employment choices are good working conditions, wage levels, and career prospects.

Potential scientists place a high priority on such characteristics as pursuing careers that match their specialty and qualifications (table 2); flexible work patterns and creative nature

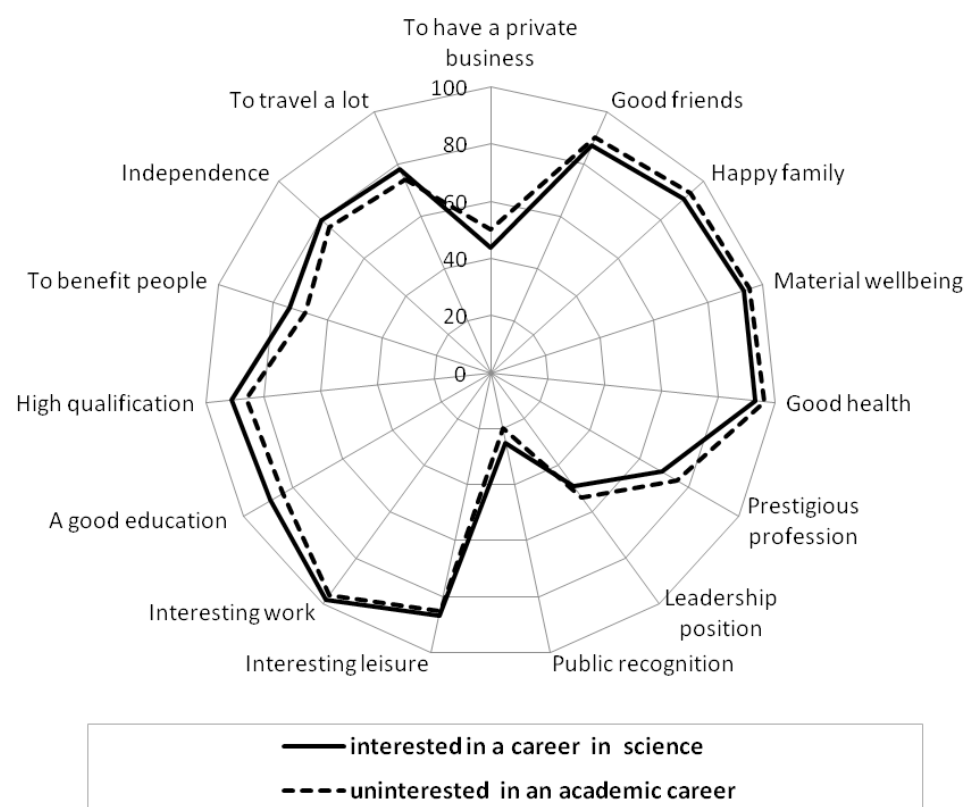


Figure 1. Proportion of young people who attach importance to certain components of life success, depending on their interest in an academic career, %

of the work; professional development and upskilling; social usefulness of their work; and an opportunity to obtain housing on preferential terms (the z -statistics varies from 2.4 to 7.8). Non-science career choosers are more focused on high wages, stability of employment, and avoiding the threat of dismissal. 71 % of these respondents do not consider pursuing a career that matches their specialty and qualifications as a necessary requirement.

We should also note the effects of certain factors on career motivations. Firstly, gender differences manifest themselves in a more expressed economic motivation in males (37 %). Female students tend to prioritize creative motivations (37 %). Secondly, students who graduated from a rural school more often show motivation for avoiding difficulties. One of the reasons is the opportunity to enter university on preferential terms due to the modest financial position of their families.

There are, as before, unequal opportunities for professional education, which depend on the accumulated social capital: among the students of Novosibirsk State University, there are considerably more graduates of specialized schools with in-depth study of certain subjects, lyceums, and university-preparatory schools.

Table 2

Workplace characteristics and working conditions important in the employment of science and non-science career choosers, % of respondents for whom the condition is mandatory

Workplace characteristics and working conditions	«Interested in a career in science»	«Uninterested in an academic career»
1. Career that matches one's specialty and qualifications	45*	29
2. Proximity to home	11	10
3. Good wages	60*	68
4. Good coworkers	49	51
5. Non-stressful work	20	20
6. Flexible work patterns	13*	9
7. Creative nature of the work	20*	13
8. Prestige	26	26
9. Career growth opportunities	64	61
10. Professional development opportunities	57*	46
11. Good working conditions	69	68
12. Social usefulness of the work	42*	33
13. Opportunity to provide high-quality services and make impeccable products	45*	36
14. Housing opportunities (private homes, communal housing)	20*	16
15. Absence of dismissal threat	23*	26
16. Labor unions	11	9

* is used to highlight item values that differ significantly for the two groups

Preferred employment

Most of those young professionals who, under certain conditions, are willing to work in science, would actually prefer this employment (fig. 2). The second best option for males is employment in the real sector of economy, while female students prefer employment in social welfare institutions and consider science as their second best option. Those males who do not see themselves in science prefer employment in industry, transportation, etc., and females, in health care, education, etc. Their second best option (for both sexes) is the financial sector, trade, and real estate.

Since the majority of young male professionals are interested in working in industry, construction, and transportation, and women, in the social sector, they can become a social agent of re-industrialization. Of course, if their professional competencies allow them to master complex technology.

Moreover, there are enough of those who might join the ranks of young scientists and innovators: about 15 % of all young professionals named science, higher education, and IT as their most preferred employment. The gap between the motivations and actual employment in this area suggests that public institutions are not prepared to effectively stimulate the entry and productive work in research and development. Wage increase and good career

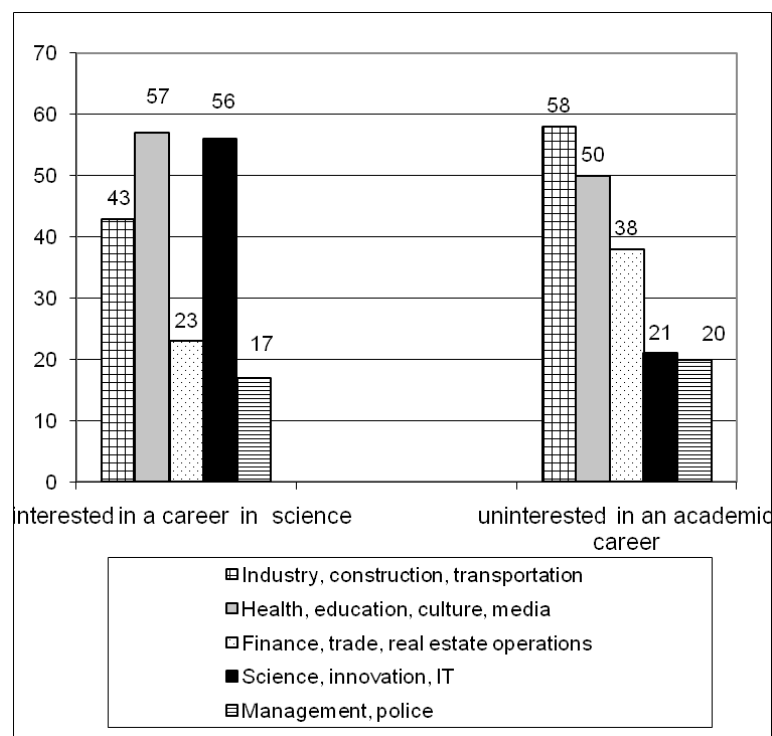


Figure 2. Preferred areas of employment for young people interested and uninterested in an academic career, % of those respondents who answered the question

prospects would attract and keep young professionals in science and innovation. This is evidenced by the equal representation of creative and economic motivations: each of these motivations dominates in a cluster amounting to 38 % of science career choosers.

Leadership Role of Young Researchers in Innovative Development of Russia

In studying the role of young academics in innovative development, we relied on the concept of *shared leadership* proposed by D. Bradford and A. Cohen. It applies to a group of people of the same intellectual, cultural, and social level. Importantly, all group members "... should have about the same personal achievements and possess effective communication skills and basics of both leadership and followership behaviors" [D. Bradford, 1997; cited by Filonovich, 2003, p. 12]. Young academics have precisely these qualities, so this group can practice shared leadership both within organizations and within a social-territorial community.

Another important element of our study is the group leadership conditions formulated by N. Tichy. A necessary condition for long-term successful development is the presence of leaders at all levels in the hierarchy, with top leaders cultivating leaders of a lower level in the organization. The leaders should (a) have a vision they can teach to the followers and (b) be able to teach and have a command of teaching techniques [Tichy, 1997, 2004].

As the information base were several large-scale surveys of Russian scientific youth. The data on young researchers' priorities and work motivations including incentives and barriers for their involvement in innovative development cover two periods: 2002–2004 and 2008–2011. The 2002–2004 all-Russian survey of young researchers (1192 respondents from 70 cities representing all the federal districts of Russia; coordinator: E. S. Gvozdeva) showed that at the beginning of the millennium young people were also oriented on innovative development and attached great importance to the improvement of culture and education. These areas were higher on their list of priorities even than an increase in salaries in the budget sector (fig. 3). According to young people, development of science and research-intensive businesses, affordable housing, new jobs, and increased labor productivity were more important for Siberia than for Russia in general. Unfortunately, Siberia is still lagging behind in these aspects. The data of the all-Russian Internet survey of researchers and innovators carried out in 2011 (1032 respondents from all the federal districts of Russia; project coordinator: E. S. Gvozdeva, project participants: D. D. Gazzaev and A. G. Tyrtshnyi) show that, in the Siberian and Far Eastern Federal Districts, only 23 % of those responded participate in innovative projects, whereas this share is 41 % in the Central and 48 % in the Volga Federal District.

It was also in 2010 that, during a study on social practices of participation in innovative activities, three groups of young people¹ were surveyed (coordinators: A. I. Andreev and E. S. Gvozdeva). In our view, these groups represent the creative youth of Russia with a strong civil position who are trying to participate in innovative development in various ways. Moreover, we took 35 interviews of experts (government officials, scientists, representatives of high-tech businesses, and leaders among young researchers).

To describe the performance of young researchers and the results of their participation in innovative projects, we also use the materials of the survey of the most productive young researchers (1328 people, 2010, coordinator: A. Andreev). This group will be referred to as *creative leaders*; according to the regional Councils of Young Researchers and Professionals (CYRP), these young people showed the best performance in their regions. These young leaders submitted data on their research and social activities, and a part of them (290) filled in the questionnaire within the 2011 all-Russian survey.

¹ The first group — *students and young researchers from the CIS countries (1535 people)* — are the participants of Lomonosov-2010, an international forum of young researchers (Moscow), working in various fields; 11 % of them are from abroad. A majority of the participants are students (61 %); there are more women in this group than men (68 and 32 %, respectively).

The second group — *Siberian innovators (192 people)* — are the participants of the young innovator support program "Lavrentiev's Breakthrough," the Summer School organized by Technopark of Akademgorodok, and the Regional Innovation Convention and Leaders Forum within the International Youth Innovation Forum "Interra-2010" (Novosibirsk). A majority of them are men (62 %) willing to implement their developments and become leaders in the innovative sector. Most of them come from Novosibirsk and other Siberian cities; three fourths of them carry out R&D in engineering and physical and mathematical sciences.

The third group — *regional CYRP leaders (85 people)* — are the participants of the All-Russian Conference on Young Researchers and Professionals Support Problems (Moscow–Pushkino). They represent the Councils of Young Researchers and Professionals (CYRP) of almost all the Russian regions. They are older than the representatives of the two other groups; a majority of them are men (71 %) holding leadership positions both in science and in CYRP.

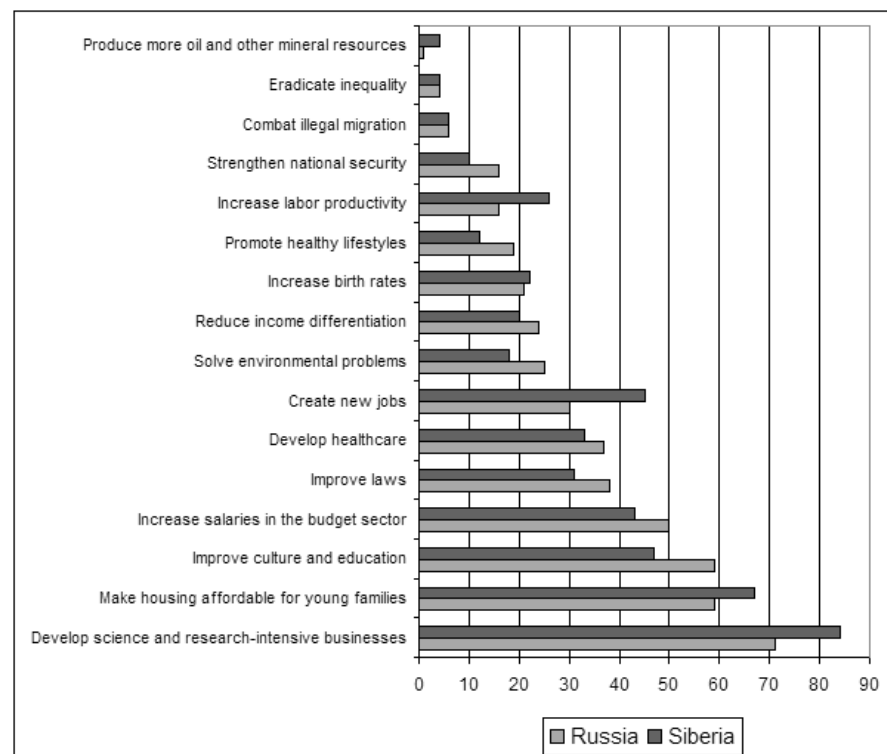


Figure 3. Priority areas of development in Russia and Siberia according to young researchers, % of those responded.

Source: Data of the 2002–2004 all-Russian survey.

Leadership Resource of Young Researchers: Performance and Participation in Innovative Projects

To evaluate the leadership resource of young researchers, we need to elicit the scope and patterns of their actual and potential participation in innovative activities. The major performance indicators are the number of publications and patents of invention and the scope of participation in innovative projects, teaching and other socially relevant activities.

The survey of Russia's most productive young researchers included interviewing representatives of all the eight federal districts of Russia. Over a half of *creative achievers* have an academic degree: candidate of sciences under 35 years of age (56%) and doctors of sciences under 45 years of age (5%). 58% of this group are engaged in teaching, and 17% of those responded, or almost a third (30%) of those who teach, hold the title of Assistant Professor. The teachers group also includes young professors (eight people). Considering their high creative potential, let us look at the performance of this group, bearing in mind that the performance of the most part of young researchers is much more modest. The data on the creative activities of this group are given in table 3.

Table 3

Average number of patents and publications of young researchers by field of research, items per person

Type of publication	Natural sciences and engineering	Humanities	Social sciences and economics	No field cited
Total number of publications	40.9	27.3	34.6	26.3
Patents of invention	2.2	0.2	0.7	2.2
Including:				
papers in Russian and foreign peer-reviewed journals	7.6	3.0	3.7	6.0
monographs	0.7	0.7	1.8	0.5
textbooks	0.1	0.2	0.5	0.5
training manuals	2.4	2.1	3.9	4.6
popular scientific works	2.4	1.4	3.9	1.1
feature materials	2.8	6.1	5.3	1.8

Data source for Table 3 and Figs. 4, 5: The survey of young researchers — creative leaders), 2010, coordinator: A. I. Andreev

The share of young researchers whose works were supported by grants or financed within federal programs varies substantially depending on the field of research: 59% in natural sciences and engineering, 52% in humanities, and 32% in social sciences and economics. Among the survey participants who did not indicate their field of research, 28% received financial support.

The young researchers were also quite actively engaged in innovative projects and in the development of concepts and strategies for regions and individual sectors at the federal level. Innovative projects were implemented more often in the Central, Ural, and North Caucasian Federal Districts.

On average, 5% of *creative achievers* have experience in running a small business, with this share being as high as 10% in natural sciences and engineering (fig. 4). These are good figures; however, we should not forget that they refer to the most productive part of the youth.

A much larger share of the young people have experience in leading research teams or supervising postgraduate students (13 and 23%, respectively). In general, this group is quite productive; they can indeed be a role model for other young researchers and take the responsibility for carrying out important tasks. Note, however, that the share of those between 35 and 42 years of age is very small in this group, only 17%. It appears that those who have reached the 35-year threshold leave the research sector to work in other, more profitable industries.

We also attempted to assess the level of engagement in innovative activities of those groups of young researchers who took part in the sociological surveys (fig. 5). The participants were not asked to indicate the title of the innovative projects and funding sources; therefore, the data might be somewhat overestimated.

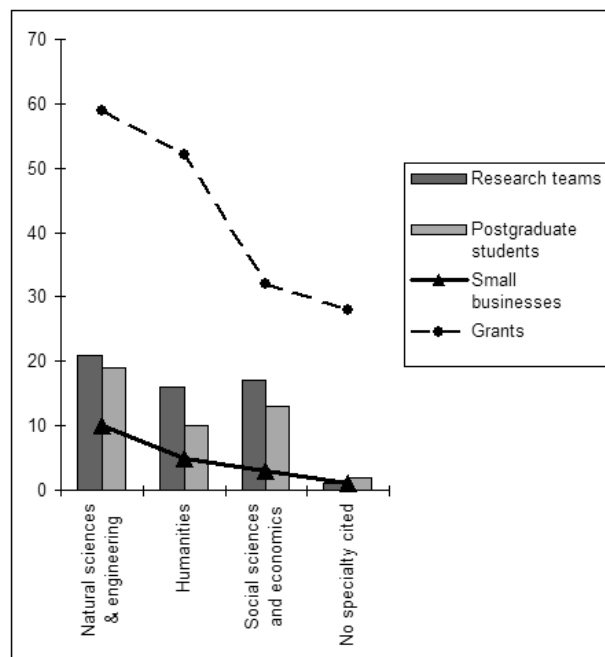


Figure 4. The share of young researchers (%) with experience in leading a research team, running a small business, supervising postgraduate students, or receiving financial support (grants) depending on the field of research

In particular, the CYRP leaders proved to be less engaged in innovative projects than innovators. In the next five years, a substantial part of the innovators are planning to set up their own business in the sphere of research or innovation (30%) and to implement their developments so as to transform them into a commercial product (27%). We hope that a majority of them will succeed; however, we should not forget that these are only plans.

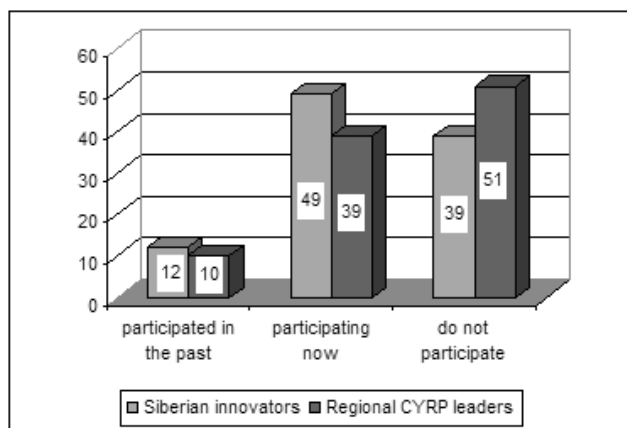


Figure 5. Distribution of the respondents according to their participation in innovative projects, %
Source: Estimates for the two youth groups who took part in the 2010 survey (coordinators: E. S. Gvozdeva and A. I. Andreev).

Conditions for Leadership of Young Researchers

It is important for a society to provide *sufficient conditions* for young people to become a full-fledged stakeholder group both in science and in interactions with government agencies. First of all, young people should have *freedom of choice to select their field of research* so as to better reveal their creative potential. In the Russian academic community, this is defined by the patterns of interactions related to the choice of a research topic. The situation is different when it comes to *efficiency of work*. On the one hand, research results produced by young intellectuals should be a significant contribution to innovative development. On the other hand, the efforts that the young researchers made in science should give them material and social protection. And if it is not so, would the young people be capable of delivering positive change?

The following factors are considered as conditions for successful leadership: (1) the leader is ready to take responsibility for the development of science and society; (2) one has freedom of choice to select one's field of research; (3) one has a possibility to formulate and advocate his/her point of view; (4) the followers have confidence in the leaders, and the leaders have confidence in the existing social institutions; (5) the society has enough resources to ensure a necessary quality of life for young researchers as well as to carry out research and introduce its results in the industry.

Let us analyze if the Russian academic community meets these conditions. According to our surveys, every second young researcher has never even thought about how they could change the situation in science for the better [Gvozdeva, 2009] because they do not see for themselves any possibility of participation in decision-making. More than a half of those surveyed believe that their opinion is not considered at all by government authorities at the regional and federal level and is not sufficiently considered by their employers (table 4).

Consequently, *the youth do not consider themselves responsible for what is going on in science and society as a whole*. However, young researchers indeed play a big part in the local community, because they can generate new ideas and be a source of innovative development of the territory.

Table 4

Distribution of the answers of creatively ambitious young people to the question: "In your view, is the opinion of the Russian youth considered in decision making?" 2011, % of those responded (1032 people)

Level of decision-making	Considered	Considered partially	Not considered	Do not know
By employers	7	46	40	7
By local authorities	2	31	58	9
By the government	3	28	56	13

Considering the fact that our survey participants represent the most ambitious and productive part of the youth, there are many leaders among them. These young leaders become the central persons in research teams which form around them, with these teams working on important research problems, and they determine the priorities and paths of future development. However, a fourth of those surveyed think that they are used as cheap workforce. Only a few of them indeed hold a leadership position: only 3 % of the young researchers have such a big potential that they can share their knowledge and experience with representatives of the older generation (table 5). The group of those who indicate a keen competition between generations is much larger.

Table 5

Distribution of the answers of creatively ambitious young people to the question:
 “In your view, what intergenerational relations prevail in your industry?” 2011,
 % of those responded

Intergenerational relations	Under 35, 661 pers.	36 or older, 153 pers.	Researchers, 689 pers.	Innovators, 139 pers.	Average
mutually rewarding cooperation	39	55	43	40	42
young people are used as cheap workforce	24	10	20	25	21
young people learn from senior professionals	25	25	26	22	25
older generation has to learn from young people	3	2	2	4	3
keen competition between generations	9	8	9	9	9

The followers having confidence in the leaders and the leaders having confidence in the existing social institutions is another condition for leadership. In general, young researchers have the highest trust in “family members/relatives” and “peers at work/university”. This means that the situation is generally favorable for young leaders to step to the fore — they have a chance to win the support of their peers, who trust them and could become their followers.

At the same time, the attitude towards authorities at all levels is either that of distrust (towards local government officials) or neutral (towards the administration of the research institute or university and the RAS). The answers to the question “Do you think that the president of Russia can be trusted?” show that the level of confidence² in the president is higher among young people than in the other branches of government, mass media, and the church. However, the level of confidence has somewhat decreased in 2011 as compared to 2003–2004. The reason is partly that the youth’s expectations related to solving the housing problem were not met and partly that innovators encountered many problems in implementing their R&D results (absence of effective innovation support schemes). Nevertheless, young researchers still believe the president has a critical influence on the patterns of the country’s development and protection of their interests.

The low level of the trust index in local authorities (–54 in 2011) is explained, on the one hand, by the low awareness of young people about the specific activities of local governments and, on the other hand, by insufficient support of young researchers and their work, which is considered to be due to a lack of interest on the part of local authorities towards these issues. A part of those surveyed also stressed that academic supervisors generally prefer not to recruit young people to work on large-funded projects.

Availability of resources to ensure the necessary quality of life and effective work of young researchers is a most relevant condition, which can either attract or repel young people from participation in innovative development. During the transition to the market economy, the

²The confidence index is calculated as a difference between the shares of those who gave a positive and negative answer; it lies in the interval (100, –100). The minus sign indicates distrust.

interest in science as such fell dramatically. The financial and human resource issues proved to be the most acute, and they have completely reshaped the prospects of the Russian science. A career in science lost its attractiveness, which was accompanied by a drain of most ambitious and mobile researchers away from science as a result of increased possibilities of working abroad and increased demand for creative young people in other industries.

The social standing of scientists is characterized not only by narrowed opportunities and decreased prestige in the society. Their needs and expectations to earn a fair wage for their work and provide their families with housing have so far not been met.

Young innovators from Siberia and CYRP leaders from Russian regions were asked the question “In your view, what hinders young people from doing science and innovations?”, to which they were to give no more than five answers (fig. 6). The answer “scientists/innovators are not paid a fair wage for their work” was again at the top of the list (68 and 74 % of those responded), followed by “bureaucratic hurdles for innovations and venture businesses” (48 and 54 %) and “the youth are not interested; they have other values” (38 and 44 %). When a family is created and children are born, the housing and financial issues become more acute. This needs to be taken into account to ensure retention of gifted young individuals in the innovation sector when they come to the next stage in their life cycle. Otherwise, having obtained significant research results, made an invention, or developed a technology, they will have to earn a livelihood in other sectors as is a common practice nowadays.

Integrating the Efforts of Young Researchers for Innovative Development

Innovative development of Russia suggests a change in the principles of the organization of society and its subsystems. In recent years, there has been a marked change in the attitudes of government authorities towards young researchers partly because some of their development strategies fell short of expectations and the government is searching for a new outlook on the country’s problems. In particular, the activities of the Russian Union of Young Scientists, the Coordinating Council for Youth Issues in Science and Education under the Presidential Council for Science, Technology and Education, and regional CYRP is targeted at the improvement of the organization of society and development of scientifically grounded programs for system transformations of social relations. Representatives of these youth organizations have been actively engaged in designing proposals for the Federal Target Program “Human Resources for Science, Research, Education and Innovation in Russia,” many of which have been approved and are currently being implemented.

The young people themselves admit that they are not involved actively enough in modernization of the country’s economic development (table 6). The role of a multilateral dialog between ambitious young intellectuals and business and government representatives is to create a pool of young leaders who will take responsibility for solving the country’s problems. Note that these problems are always changing, which is largely due to a change in the era, which has been defined by Pierre Teilhard de Chardin as the era of large human collective units and science [Chardin, 1961]. In the ever-changing world, the intellectual elite (including at the regional level) should play the important role of an actor of development.

In the development of targeted innovation programs, it is important to build a tree of objectives, which should be specified in subprograms and individual projects and localized

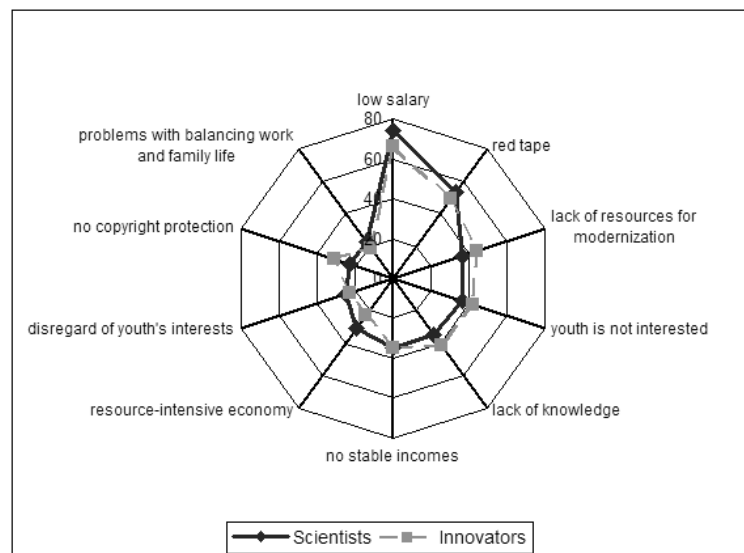


Figure 6. The share of respondent who indicated barriers in doing science and innovations, %

to different regions of the country. At this stage, the vision of the advanced youth could be very useful, of course, in collaboration with the senior peers, who are more aware of the resource constraints. In our view, young people could contribute to the solution of such a key issue in the country's socioeconomic development as the choice of ways to develop human resources who would be competent in technologies in the priority industries and would be able to develop and implement these technologies. Indeed, it is young people who would form this pool of human resources. It is often the case that researchers, engineers and chief executives are interested in new technological solutions, but managers reject innovations partly because of their outdated way of thinking and partly because of their fear of responsibility and risk. In this case, the specific competencies of young specialists as well as their leadership resource come to fore.

Table 6

Distribution of the answers of young people to the question: "In your view, is the modern youth actively involved in the development and commercialization of novel products and in innovative development of Russia?" 2011, % of those responded (1032 people)

Answer variants	under 35		36 and older
	Young researchers	Innovators	
yes	5	11	2
more likely yes	31	39	32
more likely no	48	41	44
no	10	7	13
do not know	6	2	9

The role of young researchers in innovative development should be strengthened by providing them with resources to participate in decision-making and take responsibility for the implementation of the decisions.

In a subsequent study, it would be interesting to find a method of empirical verification for the relationship between "confidence" and involvement of young researchers in the search for effective measures for the development of the scientific potential as well as decision-making and implementation of these decisions in cooperation with government authorities.

Acknowledgments

The authors express their gratitude to our colleagues Irina I. Kharchenko (IEIE SB RAS), coordinator of the survey of graduates of the Novosibirsk region held in 2015–2016 and to Alexey I. Andreev (Moscow State University), coordinator of a nationwide survey of young researchers in 2010, in which the authors took part. The databases of these surveys were used in addition to information obtained by IEIE SB RAS in 2003–2004 and 2011 in the framework of the self-developed program (coordinator Elena S. Gvozdeva).

References

- Archer, M. (1994), "Realizm i morfogenez", *Sotsiologicheskii zhurnal*, no. 4, pp. 50–68.
- Ashcheulova, N. A. and Dushina, S. A. (2012), "Akademicheskaya kar'era mladogo uchennogo", *Innovatsii*, no. 7 (165), pp. 60–68 (in Russian).
- Gorshkov, M.K. and Sheregi, F.E. (2010), *Molodezh' Rossii: sotsiologicheskii portret*, TsSPiM, Moscow, Russia.
- Gvozdeva, E.S., Gvozdeva, G.P. (2009), *Molodye uchenye i innovatsionnoe razvitiye* in nauch. red. Z. I. Kalugina. IEOPP SO RAN, Novosibirsk, Russia.
- Zaslavskaya, T.I. (2003), *Sotsial'naya transformatsiya rossiiskogo obshchestva: Deyatel'nostno-strukturnaya kontseptsiya*, 2-e ed., Delo, Moscow, Russia.
- Zaslavskaya, T.I. (ed. — in-chief), (2008), *Rossiya i rossiyane v novom stoletii: vyzovy vremeni i gorizonty razvitiya: Issledovaniya Novosibirskoi ekonomiko-sotsiologicheskoi shkoly* in T. I. Zaslavskaya, Z. I. Kalugina, O. E. Bessonova, Izd-vo SO RAN, Novosibirsk, Russia.
- Indikatory nauki: 2016: statisticheskii sbornik (2016) in N. V. Gorodnikova, L. M. Gokhberg, K. A. Ditkovskii i dr.; Nats. issled. un-t "Vysshaya shkola ekonomiki", NIU VShE, Moscow, Russia.
- Kantner U., Meder A., ter Vol A. (2011), "Seti innovatorov i regional'naya baza dannykh" in *Sotsial'nye i gumanitarnye nauki. Otechestvennaya i zarubezhnaya literature, ser. 8, Naukovedenie: RZh / RAN INION. Tsentr nauchn. — inform. Issled. po nauke, obrazovaniyu i tekhnologiyam*, Moscow, Russia, no. 4, pp. 103–108.
- Makklelland, D. (2007), *Motivatsiya cheloveka*, 1st ed., Piter, St. Petersburg, Russia.
- Todosiichuk, A.V. (2011), "Modernizatsiya i innovatsionnyi put' razvitiya ekonomiki" in A. V. Todosiichuk; otv. red. A. I. Rakitov; RAN INION. Tsentr nauch. — inform.issled. po nauke, obrazovaniyu i tekhnologiyam, *Naukovedcheskie issledovaniya*, Moscow, Russia.
- Filonovich, S.R. (2003), "Teorii liderstva v menedzhmente: istoriya i perspektivy", *Rossiiskii zhurnal menedzhmenta*, no. 2, pp. 3–24.
- Filonovich, S.R. (2007), "Liderstvo kak integral'naya problema nauk o povedenii", *Rossiiskii zhurnal menedzhmenta [Elektronnyi resurs]*, vol. 5, no. 4, pp. 91–100, available at: <http://www.cfin.ru/management/people/leaders.shtml?printversion>.

Shtompka, P. (1996), *Sotsiologiya sotsial'nykh izmenenii* in per s angl., pod red. V. A. Yadova, Aspekt-Press, Moscow, Russia.

Yadov, V.A. (2013), "O sotsiologicheskoi sostavlyayushchei dispozitsii", *Samoregulyatsiya i prognozirovaniye sotsial'nogo povedeniya lichnosti: Dispozitsionnaya kontseptsiya*, 2nd ed., TsSPiM, Moscow, Russia, pp. 357–359.

Bradford, David L. and Cohen, Allan R. (1997), *Managing for excellence: the leadership guide to developing high performance in contemporary organizations*, John Wiley & Sons, N. — Y.

Chardin, Pierre Teilhard (1961), *The Phenomenon of Man*, Harper Torchbooks, The Cloister Library, Harper & Row.

Sztompka, P. (1993), *The Sociology of Social Change*, Blackwell, Oxford and Cambridge.

Tichy, N. M. (1997), *The Leadership Engine: How Winning Companies Build Leaders at Every Level* in N. M. Tichy (with Cohen E.), Harper Business, N. — Y., pp. 262–263.

Tichy, N.M. (2004), *The Cycle of Leadership: How Great Leaders Teach Their Companies to Win* in N. M. Tichy (with Cohen E.), Harper Business, N. — Y.

UNDP. *Human Development Report 2015, Work for Human Development* (2015), available at: http://hdr.undp.org/sites/default/files/2015_human_development_report.pdf (data obrascheniya: 25.04.2016).

Vroom, V.H. (1994), *Work and Motivation*, Jossey-Bass.

IRINA POPOVA



PhD in Sociology,
Leading Researcher,
Institute of Sociology of the Center
of Theoretical and Applied Sociology,
Russian Academy of Sciences;
Leading Researcher, National Research University "Higher School of
Economics"
e-mail: irina_popova@list.ru

УДК 31.545

Sustainable professional career in science and technology: interdisciplinary perspective and the Russian context¹

We are faced with a contradiction in the approach to professional careers of scientists and engineers. On the one hand, we have an emerging environment, characterized by uncertainty, instability in regard to the status and the prospects of various groups employed in this sphere, growing mobility and diversity of career types, as well as bases for differentiation of their typology. On the other hand, the integrity and biography of a career as a process of accumulating knowledge, professional experience, resources of social networks and statuses remains an important requirement. And, from this viewpoint, it can only be long-term and consistent. Establishing a favorable professional environment remains the main task in resolving this contradiction.

The impact of various external factors on professional careers, including the science and technology sector, is becoming an urgent problem within the framework of various concepts and disciplines. Conceptual accuracy and thoroughness in the examination of external career factors distinguishes primarily the approaches to social psychology, sociology, management and organizational studies. This allows us to pose the question of infrastructure of professional careers in the field of science and technology. The conceptual framework from the viewpoint of various disciplines enriches our perceptions of it. This presentation offers an attempt to raise the problem of interdisciplinary interaction in relation to the study of the potential for regulating professional careers in the field of science and technology. In the Russian context, its various aspects may need to be emphasized. We must take into account the specifics of the Russian situation, which during the recent decades was differentiated by the radical disruption of continuity, as well as the erosion of previous models of the work force regeneration in the field of science and technology; substantiation and establishment of new ones for more effective organization of activities in this field. In general, the analysis helps identify three levels of such infrastructure: a macro level (state policy in regard to science); middle level (on the level of a particular institution and organizations) and family level. This report utilizes data based on research projects supported by The Russian Foundation for Humanities grant № 16–03–50220).

Keywords: professional career, science and technology, sustainable career, professional association.

From the perspective of the mechanisms of their regulation, Careers in the field of science and technology are susceptible to the impact of changes in the social context, primarily, in the state policy towards the research and development sector. To a large extent, its productivity (success, efficiency) depends on the external environment created and regulated at the level of public policy. In this research paper, the productivity of a scientific and

¹ This paper is based on the research project «Professional career in the field of science and technology» supported by the Russian Foundation for Humanities, grant № 16-03-50220.

engineering professional career is examined from the point of view of such a criterion as its sustainability. In attempting to fully grasp the factors of sustainability, it makes sense to address the approaches and concepts of various disciplines. Their diversity can be unified by our perception of the different levels and contexts of the structures that are supporting various types and models of career development trajectories — career infrastructures. We can distinguish three different levels of this complex: the macro-level, which is determined primarily by the national state scientific and technological policy; mid-level, where the conditions within the organization are taken into consideration; as well as the level of influence of the close surrounding environment and the family. The empirical part of this research deals with the analysis of the practice of interactions during the formation of scientific policy at the macro- and meso-levels of the career infrastructure — in the particular segment of the “middle” level, where the principles of professional autonomy and self-organization are implemented by means of scientific and engineering professional associations.

Perceptions regarding the stability of professional careers

In Russia, for almost three decades, there has been an ongoing shift in the models of a professional career in science and technology. During the Soviet period, this used to be a model of a stable, successive career, managed through the system of external control, including hierarchical structures of advancement in science (postgraduate studies, doctoral studies, academic degrees, administrative positions in scientific organizations); quality control of scientific work (attestation); job security (government orders, planning and funding of research, as well as scientific and teaching activities). In complex post-war conditions, this mechanism had successfully proven itself, especially in the development of fundamental research. However, at the turn of the 1990s, with the changing conditions of the organization of science, this model began to transform [Scientific staff ..., 1991; *Vinkler, Kelle*, 1998, p. 387]. Primarily, this was due to the crisis of fundamental science, the development of which depended on state support. At that time, the new models of science organization were being discussed, where the market played a decisive role, and, accordingly, new models of a professional career, pragmatically oriented towards the change in the conditions of activity, based more on the adaptive capabilities of the person himself rather than on the institutional capabilities of the environment. However, the regulators that would ensure the development of such career models were not created. Since the 2000s, state policy has turned to the search for the forms of scientific management, administration [*Arutjunov, Strekova*, 2003, p. 285] and the formation of long-term guides and investments in the scientific sphere [*Gohberg et al.*, 2011, p. 120–158]. Today we can denote a new stage in the search for substantiation of flexible career models, integrated tools of its regulation in the state scientific and technological policy².

The idea of a sustainable professional career can be utilized as one of the prospects in this process. Within its framework, career environment and factors are primarily associated with a set of ideas, concepts and policies of sustainable development. The normative and ideological aspect of this complex concept, which has been emerging in the practices of the

² See: Strategy of scientific and technological development of the Russian Federation, approved by presidential decree of December 1, 2016.

United Nations since the 1970s, is the best known³. The notion of the need for an integrated, balanced and successive development of modern societies, including through the improvement of institutional conditions of economy and employment, is at the center of this ideology. This type of advancement — both systemic and interrelated — is being developed in a wide range of theories and disciplines that include basic system theories [*Burns*, 2016]. In Russia, this concept has gained wide popularity — on the one hand, as a tool for measuring regional development, on the other — as a political perspective, while the scientific schools within its framework are associated with the philosophy of Russian cosmism, the possibilities of innovative development.

A useful prospect for career research is the interpretation of the development as integral, interrelated and coordinated, taking into account the factors of various levels (global, social, human), as well as the goals of continuity, based on a variety of balanced structures and influencing their formation. This is important, under the conditions where such career characteristics as integrity, from the view point of maintaining stability, coherence and consistency of the positions held, the ability to ensure continuity in professional development, the accumulation and utilization of the resources, are also in question in the face of changing employment conditions [*Collin, Young*, 2000]. This is important in the sphere of science and technology as well: it can be viewed as both a complex factor of an “unprecedented crisis of stability”, inability to provide solutions for overcoming the economic, environmental and social crises connected with it [*Dedeurwaerdere*, 2015], on the one hand, and as an instrument of a balanced scientific and technological progress, on the other [*Collin, Young*, 2000].

In Russia, for example, within the framework of this ideology, the importance of this sphere for long-term sustainable development of the country is recognized — the need for structural and technological progress and investments in human capital, including in science. The costs of research and development, their share in GDP are among the indicators of the sustainable development index of Russia. Decrease in the indicators in the sphere of science, along with the drop in employment in this sphere are recognized as a negative trend for the sustainable development of the country as a whole [*Grigoriev, Bobylev*, 2015, p. 56]. The key to effectiveness of the development of this sphere lies in the quality of human capital and, accordingly, in the opportunities (both individual and determined by the external factors, its various levels) for professional development of those engaged in it. Thus, career research in the field of science and technology fits into certain normative ideological frameworks, which are outlined by the goals of effective development oriented towards the long-term and humanistic goals.

Interdisciplinary career studies: general discourse and specific trends

In various disciplines, several approaches to comprehending the potential, as well as the conditions for the formation of professional careers have been developed. At the same time, career research is generally considered as a separate interdisciplinary research area, including industrial, organizational, social psychology, counseling, sociological disciplines, research of organizations, etc.

³ See: Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development: Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. New-York. URL: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&referer=/english/&Lang=R (accessed: 1.09.2017).

The relevance of this research field is reaffirmed by fairly long-standing discussions regarding the development of career theory as an interdisciplinary, trans-disciplinary methodology, which is centered around the concept of a career as an orderly sequence of work experiences of an individual in time [Arthur, Hall, Lawrence, 1989]. Career theory is the “new territory” where “theoretical transformations” [Sonnenfeld, Kotter, 1982] are unified. Interdisciplinarity should absorb and process various definitions of a career, along with contrasting methodological tools and broad research programs [Arthur, 2008, p. 163]. Presently, the interdisciplinarity in the studies of careers is further substantiated by fact that the need to incorporate the resources of various disciplines in these studies, along with the development of their holistic perspective, will enrich them, enhance their effectiveness in the interests of society and the clients, and, additionally, will facilitate the integration of social sciences as a whole (see introductory article to the special issue, dedicated to the interdisciplinary career research [Khapova, Arthur, 2011, p. 10–11]).

Active attempts at generalization are quite common today as well, they form both a general research agenda, and separate directions for a “big” career theory [Handbook of career, 2007; Cuzzocrea, Dawn, 2011; Baruch et al., 2015a] (for example, ideas regarding career fields and career capital generated from the theory of P. Bourdieu [Jellatchitch et al., 2003]).

At the same time, career studies in the field of science and technology are often separated into their own sphere. Academic careers related to the employment in universities are examined, less often — scientific careers in a broad techno-scientific context [Prpić, 2014; Duberley et al., 2006]. Both their specificity, as well as involvement in interdisciplinary career research should be noted.

Career researchers turn to the problems of (in)stability and (un)sustainability in different conceptual and disciplinary perspectives from the point of view of (them) being determined both by the social and historical context, as well as the internal dynamics of various elements of the career. In the 1980–1990’s scientists are discussing the difference between traditional models of career trajectories under the conditions of employment during industrial era from their new variations. The concepts of “new career” that, to a greater degree, examine its formation from the standpoint of action, primarily individual, rather than the structures, are emerging [Arthur et al., 1999]. A new direction in career research that incorporates the prospect of sustainability is emerging as well [De Vos, van der Heijden, 2015]. The conceptualization of a sustainable career is based on a variety of topics and approaches to its elements, primarily the basic ones (such as time, social space, action and meaning), factors, periods, organizational conditions, performance indicators [ibidem].

The influence of external conditions on the careers of modern day professionals, including careers in the sector of science and technology, is relevant in various concepts and disciplines, especially in social psychology, sociology, management and organizational studies.

In psychological studies, the problem of career environment, which is closely associated with personality is examined. Studies take into account a whole range of environmental factors that impact individual career, including macro-social (such as social movements), structural-organizational (socio-technical), socio-cultural, and socio-demographic (including those related to the family) [Arthur, Lawrence, 1984]. Within the interconnection between careers and the environment, the “fracture lines” resulting from major social changes are actualized: changes in organizational forms and structures, in the functioning of labor markets, demographic trends, as well as in the balance of work and life outside the labor sphere and increasing labor instability [Storey, 2000]. The question regarding the ca-

reer ecosystem is being raised: global and local factors (associated with external and internal labor markets) that affect career management at various levels, as well as the formation of its sustainability are identified [Baruch, 2015]. In research of the academic sector, creation of a positive, supportive ecosystem is recognized as not only an individual and organizational task, but also a goal at the national level, where the government has to support its competitive advantages through the educational structures and the creation of new knowledge [Baruch, 2013]. The question of influence on the conditions of social environment as possible resources for professional and career development is formulated as relevant due to the possibility of governing them on the state and organizational scale [Tolochek et al., 2015].

Career research in the sphere of *organizations and management* focuses on the career management of employees in organizations, their qualification and job growth, career management (see: [Chernyshev, 2010; Mangutov, Skvorcov, 2011; Sorokin, 2011; Shapiro, 2012]). Within this approach, the professional career development time frame is limited by the framework of its development inside the organization. If we take into account the conditions of market economy and the constant change of jobs, as well as places of employment that are characteristic of it (market economy), then this time frame has a very narrow range. In a conceptualization of a career as an integral organization of an individual in a profession, several levels of its development are identified from the perspective of compliance with the norms of basic components of its professional position [Chernyshev, 2010, p. 348].

In sociological studies, traditionally, a career is viewed as a sequence of labor transitions, and its research is related to both — the institutions and social structures, as well as individuals [Becker, Strauss, 1956, p. 253]. External factors of the formation of a career trajectories are the coordinates of the professional structure, strongly depending on the regulatory and institutional factors at the level of society as a whole (see: [Сорокин, 2005]). Career regulation factors are stronger associated with the macro-level. Thus, the factors of mobility in the sphere of science are primarily connected to the level of institutes of state scientific policy regulating the conditions of various types of mobility [Asheulova, Dushina, 2014; Dezhina, 2015].

A glance at the social context: practices of interaction between professional associations with the state in the implementation of scientific and technological policy

The interconnection between different levels in the creation of structures regulating the career conditions can be examined from the viewpoint of the inclusion of professional control mechanisms into these structures. They are aimed at regulating the conditions for certain career models through the creation of opportunities and norms of “negotiation processes” with the state and the market in regards to the spheres of competence, as well as interrelations with society. This concerns the potential for ensuring professional autonomy, which is important for functioning of the professional groups of scientists and engineers. Organizing negotiating interactions with the state is considered an important function of professional associations in the field of science and technology. Its implementation can be viewed from the perspective of maintaining the balance between the requirements (demands) of various subjects at the macro- and meso-levels: the authorities / bureaucratic structures and organizations of various types. In turn, this affects the formation of scientific

policies, including structures and practices that support the sustainability of professional development and career paths in various types of organizations.

Professional associations (PAs) are examined as structural elements that influence the creation of the context for the development of a professional group that they represent: its status, the ways of impacting the relations with other actors in this regard, the implementation of the policy of harmonizing interests in education, interaction with employers. This notion of the role and activity of professional associations is methodologically based on the conceptualization of sociology of professions; approaches and attitudes in it also change — toward the types of professional associations, their goals and functions, among others. Those of them that interact with the state regarding such issues as guarantees and methods of social protection from nonprofessionals, professional control, achieving the objective of raising the status of the professional group and protection from competition, maintaining the professional culture, self-regulation and the code of professional ethics, continue to remain traditional. Their role is linked to the functioning of such institutions as licensing, vocational training, collegial decision-making, autonomy, ethical code, expertise, etc. (see: [Abbot, 1988 (1992), p. 5; Larson, 1977 (2013), p. 208]). The new ones that emerge, promote socialization and professional development under the new conditions, such as specialized professional education, encompassing the issues of production efficiency, planning, financial systems, risks, management, leadership, steering the behavior of the professionals toward engagement in the market relations, entrepreneurship [Noordegraaf, 2011, p. 466, 468]. Accordingly, they contribute to the creation of the new models of professional careers.

In Russian practice, professional associations are increasingly becoming the subject of scientific studies⁴. They are regarded as important institutions of professional control that can influence society in confronting the “failures” in economy and public life [Moskovskaya, 2009, p. 115]. Russian researchers focus on the influence of legal, political and socio-economic system on the established practices of interaction with state bodies, administration of institutions and enterprises, as well as professional community [Chirikova, 2014]. Studies of the interaction between professional associations in the sphere of science and technology and the state lead to the conclusions regarding the “replacement” of certain functions of the state by the professional associations, in the context of adaptation to the new market conditions [Kirdina, Popova, 2014], and the resources of professional associations of various types [Popova, 2017].

Examining the role of the PAs as a subject of state policy in the field of science and technology (research and development) is of particular interest. The data of semi-structured expert interviews with the heads of professional scientific and engineering organizations (associations) served as the empirical basis of this analysis. The interviews were conducted in the course of two studies — in 2013 (National Research University Higher School of Economics project, A. Moscovskaya, see: [Moskovskaya et al., 2013]), and in 2015–2016 (the “Engineering dynasties in Russia” project, with support of the The Russian Humanitarian Scientific Foundation, headed by V. A. Mansurov). These studies focused on a variety of issues, but relevant questions regarding the characteristics, functions and features of the practical activities of associations, as well as their role in the integration of professional community comprised the core of the research toolkit. Organizations that were included into the sample are diverse in functions and spheres of activity. 15 interviews with the heads of professional associations in the field of science and technology are analyzed. These interviews

⁴The results of one of the first studies can be found in: [Moskovskaya et al., 2013].

represent a variety of cases of organization and representation of the interests of professional groups in scientific-technological and engineering activities. In order to take this diversity into consideration, the following criteria can be applied to identify PA types:

- *based on the nature of their activities*: 1) associations representing the interests of engineers in general (defending and maintaining the status of a professional group); 2) associations representing the functions of education in the field of science and technology in general; 3) associations representing the interests of engineers in a specific industry: scientific or industrial;
- *based on the duration of the activity*, which determines the *continuity* in its principles: 1) “old” professional organizations created in the Soviet and even pre-Soviet period, which proclaim the continuity of their activities during different time periods; 2) “new” professional organizations, created during the newly emerged, changed conditions, that are setting adaptation to new requirements (primarily to the free market) as one of the goals.

Analysis of the documents published by such associations, primarily on the Internet, reveals a fairly wide range of activities (see: [Popova, 2013, p. 69; Kirdina, Popova, 2014]):

Function	Types of activities of professional association
<i>Lobbying for the interests of professional group/ professional activity</i>	Participation in the development of federal laws, socio-economic programs and investment projects on a national scale; legal protection of the interests of professional communities; participation in the work of public authorities of various levels; preparation of materials and proposals for public authorities in the sphere of professional activity, etc.
<i>Professional development</i>	Participation in the organization and conducting of further education (CDP); participation in the public accreditation; participation in professional competitions among students at universities; development of ethical standards (norms, laws), etc.
<i>Quality control and licensing of organizations / experts and specialists</i>	Participation in the development and revisions of regulatory, as well as guidance documents in the professional field; development of reference materials, methodological guidelines for professional standards; assistance in obtaining research and development patents; etc.
<i>Information and integration of the professional community</i>	Updating the website and mailing of the information for the professional activities; releasing printed materials aimed at informing the professional community of new developments and trends; organizing competitions, exhibits, conferences, meetings, seminars and other events in the area of professional activity, etc.
<i>The development of international cooperation in professional activities</i>	Membership in international professional associations; cooperation with international professional organizations; establishment of temporary international creative teams, etc.

Analysis of the interviews with the heads of the PAs allows us to concentrate in more detail on several key issues of their participation in the shaping of the scientific and technological policy: strengthening of the status of a professional group, including cooperation with the government authorities of various levels regarding lobbying for the interests of a professional group; efforts toward the professional development, encompassing participation in the advancement of engineering education, public and socio-professional accreditation of educational programs; “mediation” aimed at harmonization of the interests of society with the interest of the market.

While analyzing the results of our interviews, a number of comprehensive notable statements on the following issues stood out: the status of a professional group (mainly engineers), higher professional education, postgraduate professional training. Within these major categories, specific topics that were raised and elaborated by the leaders of professional associations, were highlighted (policy regarding the status of professional groups in science and technology, accreditation, information, etc.).

Legislative activity of professional associations in regard to the status of professional groups

In all of the interviews, strengthening the position of scientists and engineers in one way or another, was associated with the creation of favorable external conditions, policies and ideology of the state. “We need to cure the social conditions for our engineers...” (“Engineering education”⁵, [Popova, Pohlkov, 2016b, p. 8]). An important element of this policy, which was often discussed in the interviews, *is the propagation of the importance of engineering profession* at the level of society. The lack of thereof, or even its negative character in relation to scientists and engineers, is considered as a significant inhibitory factor. The problem of *professional autonomy* — one of the essential conditions for creative activity, along with broader outlook and independence of the specialists are among the other important policy issues discussed in the interviews. Limiting professional autonomy is considered to be a significant impediment to the scientific and technological initiative. An important task of the state policy is the creation and reproduction of the conditions for scientific and technological business. Creation of the new types of career advancements based on the entrepreneurial initiative is the way of overcoming the obstacles to its development.

This kind of *an engineering-entrepreneurial career type* suggests some possibilities of creating engineering companies that would enable the realization of the potential and ambitions of young engineers outside of traditionally defined hierarchical structures. Professional associations (organizations) can perform the function of supporting such initiatives based on the evaluation of professional experience. “... *the new graduate is career-oriented in a positive sense of the word, working energetically, moving ahead ...And there are certain mechanisms in place that help to determine whether you can trust this experience or not — these are the professional associations...*” (“Engineering Chamber”).

Discussions of the main issues of social standing of engineers leads to the recognition of the lack of social protection of the status of this professional group and the necessity of self-organization for its protection. Development of the legislation on engineers that would strengthen and reinforce their status in society, lobbying various government bodies, becomes a goal of some professional associations representing the interests of the professional group of engineers in general. One of them focuses on defining the scope of professional engineering activities, as well as establishing the certification system for professional qualifications. (“Engineering education” [Popova, Pohlkov, 2016b p. 6]). Competing approaches to the legislative initiative concerning such basic professional development issue as the status of engineers in society, demonstrates the heterogeneity of the environment for

⁵ Hereinafter: the sphere of activity of the professional association or their conditional name.

self-organization in engineering profession, the importance of diversifying the mechanisms of professional control.

Advisory activities for government bodies are quite often mentioned in the interviews. They differ in both forms and subjects between the “old” and “new” professional organizations, especially those representing manufacturing and various branches of the economy. Among the first (the “old”), to a larger degree, these activities have a general nature. Negotiating with the state is not so specifically defined — within the framework of generalized statements regarding participation in the development of the state (as well as local self-government bodies’) resolutions, plans for socio-economic development and technological progress; development of proposals and assistance with the fair resolution of issues related to the legal and social protection of scientists and engineers (“Scientific and Engineering Associations”, see: [Popova, 2016a]).

Participation in the development of state programs appears to be very weak (ineffectual) and mediated among the “old” PAs representing industry branches (“... *no one asked [for our help with the preparation of programs within the framework of state policy]. Our State policy... is derived from what we have available*” (“Nuclear-geophysics”). At the same time, the development of legislative initiatives is declared as a fundamentally important area of activity, even if the conditions are insufficient and unfavorable. “... *our legislative initiatives are aimed at creating regulatory and management mechanisms, mechanisms of fairness, mechanisms of information, so that every common oilman, engineer, scientist would know how the oil and gas industry and its enterprises function, in order for justice to prevail and, so that on its basis, people would realize that they can increase their own productivity... Scientific and Technical Organization exists for this purpose. Its task is to be engaged in propaganda and doing something productive, regardless of the state of society*” (“Oil and gas industry”).

With the “new” industry PAs, this can be the first-hand development of government programs: “*operational work on normative documents that are being developed by the Ministry, working with the Duma, with the council of the Federation, where continuous movement can also be observed: holding of the roundtables, parliamentary hearings. And, it means that it is necessary to inform everyone, send out the materials, gather remarks, all the proposals on these materials... all of this has to be forwarded to the organizers of this event; afterwards, based on that, some recommendations are being put together — all of which we also have to coordinate*” (“Science”, see: [Popova, Gorskaya, 2014]). Conferences, as well as the structures within the government bodies, created with the participation of PAs can also become quite effective forms of lobbying for the interests of the industry: “The resolutions that are adopted at the conferences of the automotive engineers association are usually formulated as some sort of an appeal to the government... we have a fairly close relationship with the public council for the development of the automobile industry in the State Duma <...> we have simply established very close working contacts” (Association of Automotive Engineers). “We put together proposals for the Government programs, <...> based on the decisions of the Government, on Government bills, as well as legislative acts. Department of the Automotive Industry of the Ministry of Industry and Trade has basically been established based on our feedback... Expert Council of the State Duma on Automotive Manufacturing ... we are the members of the Russian Union of Industrialists and Entrepreneurs <...> We participate in technical regulation, as well as economic regulation — in general, we take part in all of those structures that are created there” (“Automotive industry 2”).

Practices in the sphere of vocational education: directions and forms of participation

Specific forms of participation in the development of vocational education, primarily engineering is one of the important functions of professional associations. These forms differ depending on their types. Professional associations in the sphere of engineering education, along with associations, representing engineering groups in general, are particularly active in this field. The differences were mostly associated with approaches, directions of participation in it, as well as the forms of interaction with other actors. They depended primarily on the scope of activities of the association, as well as its resources. Orientation toward acquiring actual practical knowledge and skills, as well as higher requirements and standards for obtaining the title of an engineer in the process of post-graduate professional activity, are considered as the most important trends in the sphere of scientific and technical vocational education.

Public accreditation of the programs in engineering education is carried out parallel with the state accreditation of educational programs, establishing their compliance with professional requirements. Currently, characteristics and functions of public and professional-public accreditation are legislated in the “Law on Education of the Russian Federation” (Article 96: Public Accreditation of Organizations that Implement Educational Activities. Professional-Public accreditation of educational programs)⁶. This is one of the most influential forms of professional control, which is being actively discussed by researchers and specialists-practitioners in engineering education. Professional associations of the educational type, consider the essence of this work to be centered around modification and supplementation of the state accreditation in accordance with professional requirements. “Our accreditation, taking the requirements of the state standard into account, also establishes the compliance of their quality with professional requirements, which are more flexible and less conservative. Our efforts in this direction supplement the work of the state structures toward improving the quality of engineering education” (“Engineering education” [Popova, Pohlkov, 2016b, p. 4–5]).

In the opinion, shared by some PAs of educational orientation, one of the most significant functions of the public accreditation, is that it takes into account the requirements and criteria of the reputable and competent international organizations while developing educational programs. The scope of such activities on international scale is still limited.

The leaders of professional associations regard creation of the certification system for engineers as a continuation of this work, and are making efforts in this sphere, which are limited in their scale as well. “This is a very slow process. Thus, we have two instruments at our disposal — accreditation and certification: if they work, the quality of training of our specialists will be fairly high” (Engineering education [Popova, Pohlkov, 2016b, p. 6]).

Additionally, this accreditation takes into account the requirements and criteria of authoritative international organizations, and thereby “*contributes to the competitiveness of Russian engineering programs*” (“Engineering education”, see: [Popova, Pohlkov, 2016, p. 5]). The accreditation efforts are recognized as important by the “old” professional associations that represent the status of engineers in general as well. However, the scope of such activities is limited: “*there is an accreditation council, the criteria has been established, accreditation procedure, we have the experts and the access to international organizations. Randomly, in cer-*

tain spots this is already being done. The question now, is how to make it wide-spread” (“Scientific and Engineering Associations”, see: [Popova, Sitcev, Zhurakovskii, 2016, p. 219]). The PAs view the creation of certification system for engineers as continuation of this work and are making efforts in this regard, which are also limited in their scope. Some of the industry PAs offer assistance (to) and practice cooperation with universities.

The forms of this cooperation are diverse — for example, through the involvement of universities in associations, or work with the students. “*Many universities in our field are members of our association. ... Presently, we hold competitions, within the framework of our association in order to support the best graduate student projects*” (“Automotive industry 1”).

Coordination and harmonization of professional and educational standards for the new emerging professions that are required in manufacturing can also be included in the tasks of the PAs. “*So, we have a new profession here <...> But, we don't have an educational standard. It has to be created*” (“Automotive industry 2”).

Educational, scientific and technological activities in society — is a direction that is characteristic primarily of scientific and technological professional organizations continuing the traditions of their direct predecessors. This activity also implies an indirect impact on the formation of the state's policy towards the research and development sector. However, the overall sentiment, as far as its (government's) active role in it, is often very skeptical. This skepticism is demonstrated in our sampling of associations involved in the development of mineral resources. At the same time, interaction with the state is recognized as one of the few instruments of influence: “*...having realized that it is impossible to reach an agreement with the top management of... oil and gas companies... we were able to find a platform for expressing our ideas, taking care, first of all, of common workers — oil and gas workers, engineers and scientists. We have found such a platform — the State Duma of the Russian Federation...*” (“Oil and gas industry”).

Conferences, lectures are often identified as one of the main forms of such activities “*Conferences, publications <...> It's not just information <...> It's school, learning, it's progress. Each publication, if you think about it, is an advancement in this process*” (“Nuclear-geophysics”).

In the “old” PAs they are considered mainly as a source of information and a form of professional development. “New” PAs view such conferences as a form of lobbying for the interests of the industry. In any case, such conferences are used as platforms for establishing network professional communications. “*We are a scientific and technological society, we are ready and able to pull together the entire intellectual potential of oil and gas institutes, universities and enterprises for any project. We are the unifiers of sorts*” (“Oil and gas industry”).

Professional associations as intermediaries in the matters of interests coordination between the state, the market and the professionals

One of the most prominent functions of professional associations is the mediation between the interests of the state, the market, the society and the professionals. The “new” industrial PAs most commonly declare this principle as their goal. Some of their leaders also point out that the interests of society are observed and respected when this harmonization, coordination is successful. “*... The most important thing is trying to explain to the government that without industry there is no economy*” (“Automotive industry 2”). “*The Association, yes — it means to gather and examine all of the viewpoints, and arrive at a consolidated decision,*

⁶See: On Education in the Russian Federation: Federal Law 29.12.2012 № 273 (ed. 29.07.2017) = Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2012 № 273 (ред. от 29.07.2017) // URL: www.consultant.ru (data accessed: 27.12.2017).

which would suit, on the one hand, the authorities, and, on the other hand — the businesses as generators of material value” (“Automotive industry 1”).

The theme of the influence of industry professional associations’ mediation between the market and society on the formation of the state’s economic policy, which has repeatedly been mentioned in the interviews with their leaders, requires special attention. Practices that can be attributed to this direction can be interpreted broadly.

These can include the previously described types of activities and methods of influence of the PAs, which have various aspects of meaning. This can be: lobbying for the interests of the industry in cooperation with government officials during the development of normative documents; conferences, forums and interaction (cooperation) with universities. One should particularly emphasize such method of influence as professional expert evaluations in the field of legislative norms, which is organized by the industry PAs. This could be state oversight of environmentally sound technical regulations in the public interest, or limiting the market’s desire for profit: “... in order to issue this regulation and, incidentally, a fairly successful regulation, it had to be tied in with the industry, and society, and with the state ... the process of such ... benevolent alignment of all positions, since for the business — all of this is a burden” (“Automotive industry 1”). This could be the question of developing federal rules in the production sphere: “... in order to write the rules that would be viable. But, these rules are being discussed. Here, during the discussion of these rules, various businesses express their opinions, and we are deliberating, considering these opinions, consolidating and informing” (Aviation industry). “It is in our interest that they do not come up with some official document that we will have to execute, and which would be impossible to fulfill. They have identical interests as well, to hear us out and comprehend what the industry needs and requirements are” (“Automotive industry 1”).

Conclusion

The establishment of effective careers models in the field of science and technology is based on the formation of a favorable, nurturing external environment, or infrastructure that includes methods of regulating careers at various levels. At the same time, conceptualizations of a sustainable professional career, which are based, inter alia, on a compilation of ideas regarding sustainable development as integral, interrelated, consistent and coherent, taking into account the factors of different levels and objectives of continuity, based on a variety of balanced structures, remain relevant as well.

The potential of interdisciplinary career research is also remains an important source. Various disciplines substantiate conceptual and practical approaches at different levels. We can identify a macro-level, which is primarily determined by the national scientific and technological policy; meso-level, where the conditions inside an organization are examined, and the micro-level — the level of an individual and the influence of a close surrounding environment.

In the scope of our work, we focus on an approach that addresses the issues of professional control and the development of public policy instruments through professional associations. A favorable environment for professional development and careers in the field of science and technology is created primarily at the level of state policy. Scientific and engineering professional associations that mainly perform “intermediary” function are one

of the subjects of science and technology policy. They create (or are supposed to create) a mechanism of reconciling and coordinating the interests of the state, society, business and professional communities. The set of their functions includes legislative and advisory/expert activities (development of laws and legislative initiatives, state programs, professional expertise); organizing conferences; participation in the development of professional education (accreditation of educational programs, certification, development or harmonization of professional and educational standards, cooperation with universities). The degree of interaction with government structures, as well as the effects of this interaction depend on a combination of various characteristics of the PAs. The very professional associations that declare the strongest pro-government positions, in reality, demonstrate the weakest positions in this interaction. These are primarily the “old” PAs, adhering to the former principles of activity, more often — scientific and technological societies. The “new” PAs, created under the changed conditions of professional activity and representing the interests of different branches of industrial sphere, in which the professionals are employed, have a more effective set of methods of influencing public policy. This allows us to assume, that relevant tools of interaction and cooperation in the development of scientific and technological policy are shaped in line with the market principles, which can determine limitations and contradictions in the formation of professional career infrastructure. Close attention to the approaches that correspond to a wider variety of interests and trends, which are advocated by, among others, the “old” professional associations, remains relevant.

We have to emphasize the legislative activity of professional associations, which is aimed at changing the status of engineers and the formation of a new type of professional career, mostly entrepreneurial (in our case studies, these are “new” associations representing the interests of the professional group as a whole).

References

- Abbot, A. (1988 [1992]), *The system of Professions*, An Essay on the division of expert labor.
- Arthur, M. and Lawrence, B.S. (1984), “Perspectives on environment and career: An introduction” *Journal of Occupational Behavior*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8.
- Arthur, M.B., Hall, D.T. and Lawrence, B.S. (1989) *Generating new directions in career theory: the case for a transdisciplinary approach*. *Handbook of career theory* in Arthur, M.B., Hall, D.T., Lawrence, B.S. (eds.), Cambridge University Press, pp. 7–25.
- Arthur, M.B., Inkson, K. and Pringle, J.K. (1999), *The New Careers: Individual Action and Economic Change*, Sage, London.
- Arthur, M.B. (2014), “The boundaryless career at 20: where do we stand, and where can we go?” *Career Development International*, vol. 19, no. 6, pp. 627–640.
- Arutjunov, V.S. and Strekova, L.N. (2003), *Sociologicheskie osnovy nauchnoj dejatel'nosti*. [Sociological bases of research activity], Nauka, Moscow, Russia.
- Asheulova, N.A. and Dushina, S.A. (2014), *Mobil'naja nauka v global'nom mire*. SPb. [Mobile science in the global world], Nestor-Istorija, St Petersburg, Russia.
- Baruch, Y. (2013), “Careers in academe: the academic labour market as an eco-system”, *Career Development International*, vol. 18, no. 2, pp. 196–210.
- Baruch, Y., Szűcs N. and Gunz H. (2015a), “Career studies in search of theory: the rise and rise of concepts”, *Career Development International*, vol. 20, no. 1, pp. 3–20.
- Baruch, Y. (2015b), “Organizational and labor markets as career ecosystem” (Chapter 24) in De Vos A., Van der Heijden B. I. J. (eds.), *Handbook of Research on Sustainable Careers*, Edward Elgar Publishing, pp. 364–380.

- Burns, N. (2016), "Sustainable development: Agents, systems and environment", *Current Sociological Review*, vol. 64, no. 6, pp. 875–906.
- Chernyshev, Ja.A. (2010), *Professional'naja pozicija lichnosti v kar'ere [Professional position of the individual in career]*, Ulyanovsk state University, Ulyanovsk, Russia.
- Chirikova, A.E. (2014), "Gotovy li segodnya professionalnye medicinskie organizacii obespechit professionalnyy rost vrachev v Rossii?" [Are professional medical organizations ready to provide professional growth of doctors in Russia today?] in Mansurov, V.A. (otv. red.) [Mansurov, V.A. (ed.)], *Professionalnye gruppy: soobshchestva, deyatel'nost' i karera [Professional groups: communities, activities and career]*, Institute of sociology, Moscow, Russia, pp. 36–70.
- Collin, A. and Young, R.F. (eds.) (2000), *The Future of Career*. University Press, Cambridge.
- Cuzzocrea, V. and Dawn, L. (2011), "Sociological Conceptualisations of 'Career': A Review and Reorientation", *Sociology Compass*, vol. 5, no. 12, pp. 1029–1043.
- Duberley, J., Cohen, L. and Mallon, M. (2006.) "Constructing Scientific Careers: Change, Continuity and Context", *Organization Studies*, vol. 27, no. 8, pp. 1131–1151.
- Dedeurwaerdere, T. (2014), *Sustainability Science for Strong Sustainability*, Edward Elgar Publishing.
- Dezhina, I.G. (2016), "Mezhsektoral'naja mobil'nost' issledovatelej v Rossii i mire" [Intersectoral mobility of researchers in Russia and in the world], *Vestnik RGNF [Bulletin RFN]*, no. 1, pp. 96–109.
- De Vos, A. and van der Heijden, B.I. J. (eds.) (2015), *Handbook of Research on Sustainable Careers*, Edward Elgar Publishing.
- Gohberg, L.M., Zaichenko, S.A., Kitova, G.A. and Kuznetskova, T.E. (2011), *Nauchnaja politika: global'nyj kontekst i rossijskaja praktika [Science policy: global context and Russian practice]*, Higher school of economics, Moscow, Russia.
- Grigoriev, L.M., Bobylev, S.N. (eds.) (2016) *Doklad o chelovecheskom razvitii v Rossijskoj Federacii za 2016 god. Celi ustojchivogo razvitiya OON i Rossija [The human development report in the Russian Federation for 2016]*, Analytical center for the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia.
- Hall, D. (1986), "An Overview of Current career development. Theory, research and practice" in D. T. Hall and assoc. (eds.), *Career Development in Organizations*, Jossey-Bass Inc., Publishers, San Francisco, pp. 1–20.
- Hall, D. (2004), "The protean career: A quarter-century journey" in *Journal of vocational behavior*, vol. 65, no. 1, pp. 1–13.
- Holland, J.L. (1996), "Exploring careers with a typology: What we have learned and some new directions", *American Psychologist*, vol. 51, no. 4, pp. 397–406.
- Khapova, S.N. and Arthur, M.B. (2011), "Interdisciplinary approaches to contemporary career studies", *Human Relations*, vol. 64, iss. 1, pp. 3–17.
- Kirdina, S.G. and Popova, I.P. (2014), "Prospects of sociological and institutional analysis of professional associations in Russia" in Mansurov, V. (ed.), *Facing an Unequal World: Challenges for Russian Sociology*, Moscow, pp. 35–47.
- Larson, M. (1977), *The rise of professionalism: a sociological analysis*, University of California Press, Berkeley, CA.
- Mangutov, I.S. and Skvorcov, V.N. (2011), *Upravlenie i samoupravlenie kar'erov [Career management and self-management]*, Leningradskij gos. un-t im. A. S. Pushkina, St Petersburg, Russia.
- Moskovskaya, A.A. (2009), "Professionalizm, doverie i problemy Rossii" [Professionalism, trust and problems of Russia], *Free thought [Svobodnaya mysl]*, no. 11, pp. 113–126.
- Moskovskaya A. A., Oberemko O. A., Silaeva V. L., Popova P. P., Nazarova I. B., Peshkova O. A. and Chernysheva, M.V. (2013), Development of professional associations in Russia: a research into institutional framework, self-regulation activity, and barriers to professionalization. National research university Higher school of economics WORKING PAPERS SERIES: SOCIOLOGY WP BRP 26/SOC/2013 in Kelle, V. Zh. and Kugel, S.A. (eds.), *Nauchnye kadry SSSR: dinamika i struktura [Scientific staff of the USSR: dynamics and structure]*, Mysl', Moscow, Russia.
- Noordegraaf, M. (2011), "Remaking professionals? How professions and professional education connect professionalism and organizations" *Current sociology*, vol. 59, no. 4, monogr. 2, pp. 469–470.

- Popova, I.P. (2013), "Professional associations of engineers: an attempt to typology" in Chelovek i trud [Man and work], pp. 68–69.
- Popova, I.P. (2014), "Associacija gosudarstvennyh nauchnyh centrov: opyt samoorganizacii otraslevoj nauki. Interv'ju s general'nym direktorom Associacii GNC "Nauka" I. V. Gorskoj" [Association of public research centers: the experience of self-organization of branch-wise science. Interview with the Director General of the Association of SRC "Science" I. V. Gorskaya], *Sociology of Science & Technology*, vol. 5, no. 4, pp. 141–151.
- Popova, I.P. (2016a), "Rossijskij sojuz nauchnyh i inzhenernyh ob'edinenij: rol' v inzhenernom obrazovanii. Interv'ju s vice-prezidentami Rossijskogo sojuza nauchnyh i inzhenernyh obshchestvennyh ob'edinenij (Rossnio) V. M. Sitcevim i V. M. Zhurakovskim" [Russian Union of Scientific and Engineering Associations: Role in Engineering Education. Interview with V. M. Sitcev and V. M. Zhurakovskiy], *Sociology of Science & Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 206–219.
- Popova, I.P. (2016b), "Obrazovanie i preemstvennost' rossijskih inzhenerov: novye vyzovy, starye problemy. Interv'ju s prezidentom Associacii inzhenernogo obrazovanija Rossii Ju.P. Pohlkovym" [Education and continuity of Russian engineers: new challenges, old problem. Interview with Yu. P. Pokholkov], *Alma mater (Vestnik vysshej shkoly)*, no. 11, pp. 3–8.
- Popova, I.P. (2017), "Scientific, engineering professional associations and the state: practices of cooperation", (Un)Making Europe: Capitalism, Solidarities, Subjectivities: View from Russia 13th Conference of the European Sociological Association [Electronic resource], pp. 194–202.
- Prpić, K. (2014), "Prolegomenon: widening scientific career studies" in K. Prpić, I. van der Weijden, N. Asheulova (eds.), (Re)searching scientific careers, Nestor-Historia, St. Petersburg, pp. 3–22.
- Shapiro, S.A. (2012), *Upravljenje trudovoj kar'erov kak mehanizm razvitiya personala organizacii [Management of career as a mechanism for personnel development in organization]*, Moscow, Russia.
- Tolochek, V.A., Vinokurov, L.V. and Zhuravleva, N.I. (2015), "Uslovija social'noj sredy kak resursy professional'noj uspešnosti sub'ektov" [Conditions of the social environment as resources of professional success of subjects], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 14. Psihologija. [Bulletin of University. Series 14. Psychology]*, no. 4, pp. 39–54.
- Vinkler, R.-L. and Kelle, V. Zh. (1998), "Sociologija nauki [Sociology of science]", *Sociologija v Rossii [Sociology in Russia]* in V. A. Jadov (ed.), Institution of sociology of RAS, Moscow, Russia, pp. 255–277.

JÉRÔME PIERREL

PhD, Associate Professor
in History and Philosophy of Science,
Université de Bordeaux
e-mail: jerome.pierrel@u-bordeaux.fr



УДК 577.2 (05)

Journal of Molecular Biology's growth and content analysis

Abstract: Price's law of exponential growth holds for the *Journal of Molecular Biology* (*JMB*), a journal created in 1959 and which was arguably at that time the most important of the discipline. In this paper, this growth is detailed according to countries, scientists, topics, at the early stage of the history of the journal, from 1959 to the 1970s, thanks to databases (Scopus, Pubmed) as well as manual analysis. The aim of the paper is to check whether in several subfields of molecular biology, Price's views on the relationship between *little science* (at the scientist level) and *big science* (from the statistical point of view) are fruitful. During this period, which by some scientists has been considered as the "golden age" of molecular biology, important scientific problems were solved (genetic code, DNA replication) and in the 1970s, their applications -genetic engineering technology- emerged. The growth of the journal was exponential, as expected by Price's law, but outpaced the prediction, with a shorter doubling-time than 15 years. Thus, *JMB* is a suitable case for a more detailed analysis of its scientific content and of the relationship between statistical growth and scientific trends at the bench.

Keywords: molecular biology, scientometry, Price's law, science growth.

The growth of the *Journal of Molecular Biology*

Derek J. de Solla Price's book, *Little science, big science*, pioneering statistical analysis of science, has been one a milestone for scientometry. Obviously, his approach is very different from the historian of science daily routine, who is working with archives and whose aims may be to understand scientists as human being. However, according to us, the most brilliant part of Price's book was not the chapter length analysis of the exponential growth of science *per se*, but the link he managed to build between the statistical data available about scientific articles and the daily habits of scientists. This link is especially relevant for historians of science since it means that statistical analysis of scientific journals may shed new lights on the scientists and their habits that historians are studying. Up to our knowledge, it has not been tested in the area of molecular biology, a new science born in the second part of the XXth century. This is the aim of this paper.

A quick growth (1959–1966)

Price's most important contribution to scientometry was its discovery of the exponential growth of science with a 15 years doubling time. He calls it "the fundamental law of any analysis of science" [Price, 1986, p. 4]. Indeed, this law has been found by Price to hold from the birth of the first scientific academies in Europe in the XVIIth century up to about

the 1950s. In fact, this rate of growth seems to change around 1970 as shown by Han and colleagues for the United State (Han et al. 2010). Thus, we can take for granted that an exponential growth of molecular biology is expected for the period of time that we study in this paper, from the birth of molecular biology as an academic discipline in the 1950s, to the early 1970s, when practical tools like genetic engineering were produced from the basic research done by molecular biologists during this period.

To assess Price's law in the case of molecular biology, we have chosen to analyse the *Journal of Molecular Biology*. This scientific journal was created in 1959 by John Kendrew and was arguably at that time the most important of the discipline. Not only it was the first scientific journal to bear the name of molecular biology, even before laboratories with such a name were created in the early 1960s, but the structure of the editorial board shows that the journal was keen to include scientists from Europe, the United States, and even from the Soviet Union with soviet scientist Alexandre Spirin (USSR Academy of Sciences) as a board member as soon as the tenth volume (1964).

Our data show that the number of published pages in the *Journal of Molecular Biology* (not including tables of contents and index) grew exponentially from 1959 to 1966 with a doubling time of about 2 or 3 years, much more shorter than the expected doubling time (figure 1).

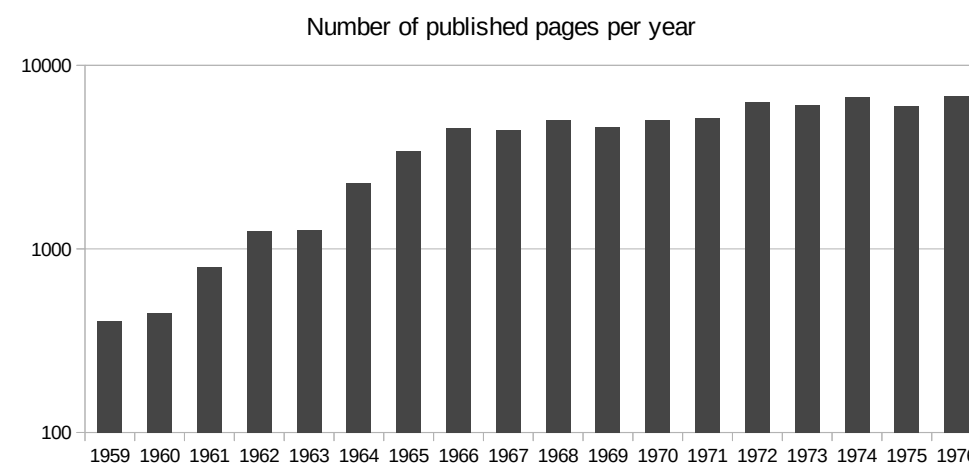


Figure 1. Number of published pages per year (not including index and tables of contents)

This confirms that molecular biology was blossoming. This fact holds also for the number of published papers in the journal and the data fit even more nicely an exponential growth. For both graphs, we rely on our own data (figure 2) since Scopus' coverage of the early years of this journal is incomplete.

The exponential growth of molecular biology was expected, but such a quick growth was not. Not only molecular biology grew faster than expected according to Price's law, but published data about molecular biology funding did not hint at such a growth. Data from historian Bruno Strasser show that the annual budget of four funding agencies which sup-

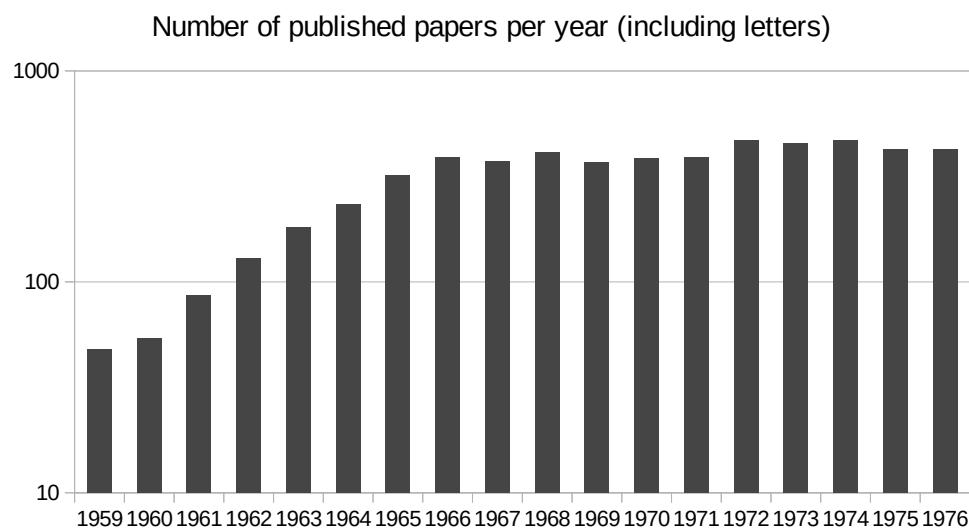


Figure 2. Number of published papers per year (including letters)

ported molecular biology (DFG in Germany, MRC in Great Britain, CNRS in France, FNRS in Switzerland) grew eight to tenfold between 1950 and 1970 [Strasser, 2002]. This is roughly the growth of the number of published papers in the *Journal of Molecular Biology* which grew eightfold between 1959 and 1970. However, according to Price, the cost of science grows according to the square of the number of scientists or of published papers. Thus, one would have expected that the cost of molecular biology would have a doubling time much shorter than the doubling time of molecular biology. To explain such a discrepancy, one might recall that molecular biology was only part of the budget of these agencies and this may hide its rapid growth.

How could molecular biology achieve such a high growth rate? One could mention three mechanisms that may explain this rate. According to the first one, molecular biology may rely, more than other sciences, on multiple authorship. Price understood that multiple authorship may have a particular significance:

(...) part of the social function of collaboration is that it is a method for squeezing papers out of the rather large population of people who have less than a whole paper in them [Price, 1986, p. 128].

Molecular biology seems to rely more on multiple authorship than chemistry (figure 3). Price original results were based on *Chemical abstracts* from 1900 to about 1960. His work shows that article with one author made more than 80 percent of *Chemical abstracts* in 1910 but less than 50 percent after 1950 with a steady decline. One can confirm such clear trends in the *Journal of Molecular Biology*. The most clear trend is the decline of the number of article written by a sole author since after 1966, they never made more than 20 percent of papers. Even before 1966, they only hit the 30 percent level once in 1963. What is relevant in our data is that clearly, most of the papers published by the *Journal of Molecular Biology* were written by several authors, more than expected according to Price's data, and this might explain part of the rapid growth of the journal.

The second mechanism which might explain such a high growth rate is that molecular biology was trendy and thus attracted not only new scientists for their PhD but also other scientists from established fields, like biochemistry and biophysics, which boosted its growth rate. This hypothesis needs further research to be quantitatively assessed. However, it fits nicely with the qualitative results of historians of molecular biology who showed that molecular biology in the United Kingdom, in France or in Switzerland grew very rapidly thanks to scientists from other fields, mostly biochemists, physicists, geneticists (de Chardarevian, 2002; Gaudillière, 2002; Morange, 2003; Strasser, 2006). This was the case of the famous 'Phage group' created by physicist turned geneticist Max Delbrück. Something similar happened into what Gunther Stent calls the 'structural school' of molecular biology, with among their members the famous physicists John Kendrew and Francis Crick (Stent, 1968).

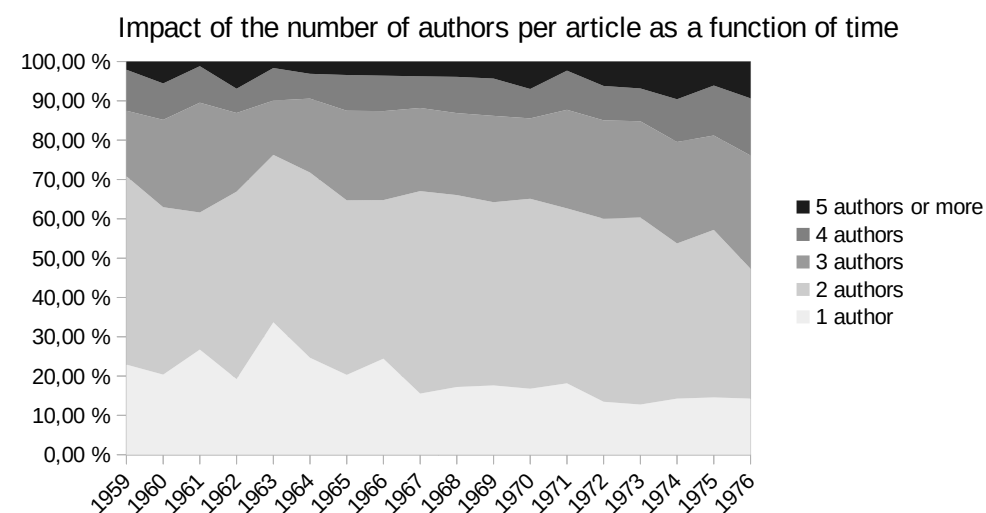


Figure 3. Impact of the number of authors per article as a function of time

The third mechanism is that one country with a very high growth rate contributes more than others to molecular biology. This is somehow confirmed by the following data. We have noticed that the growth of the budget of European agencies funding molecular biology was not enough to explain the growth of molecular biology. However, the NIH budget grew more quickly than these European agencies' budgets: from 1956 to 1963, it rose from 98 to 930 millions of dollars (Kay, 2000). Thus the growth rate of molecular biology funding in the US fits more closely with the observed growth rate of molecular biology than the growth rate of European funding does. This is confirmed by data according to country provided by the Scopus database. Figure 4 shows that the share of papers from the United States is the most important in the *Journal of Molecular Biology*, and this share is growing over the years until the early 1970s. In contrast to Price's data on *Chemical abstracts*, our data about the *Journal of Molecular Biology* do not show an important share for the Soviet Union. Indeed, most Soviet papers in this field were published in Soviet journals rather than into the *Journal of Molecular Biology*. The share of Germany is growing in the *Journal of Molecular Biology*.

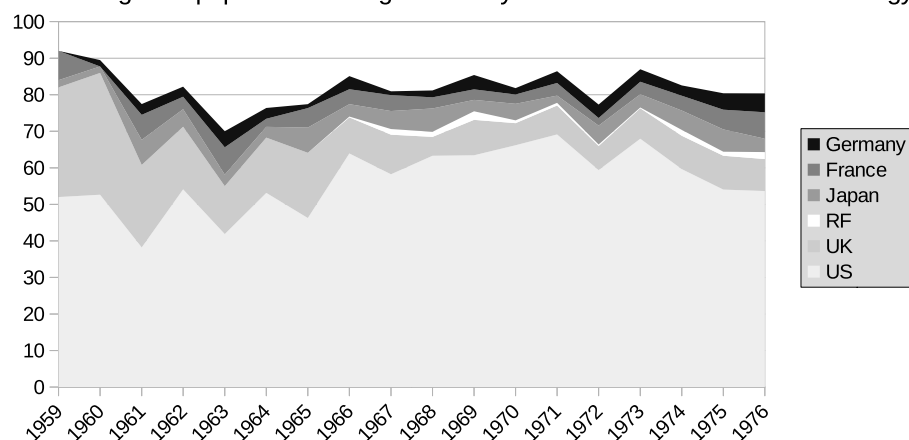
Percentages of papers according to country in the *Journal of Molecular Biology*

Figure 4. Percentages of papers according to country in the *Journal of Molecular Biology*. From bottom to top: United States, United Kingdom, Russian Federation, Japan, France, Germany. Data from Scopus database

whereas it was declining in *Chemical abstracts*. To conclude, the strong growth in US molecular biology seems indeed to contribute to the quick growth of *Journal of Molecular Biology* but nonetheless it is not the sole factor which explains such a rate of growth.

An unexpected break (1966–1976)

In a striking contrast with the early years of the journal, later, from 1966 to 1976, the number of published pages and papers seems to enjoy only a comparatively slow pace growth. This is an unexpected result, contradictory with Price's Law. One might even notice a small decline in published papers and pages in 1969 and 1975. Perhaps the latter was caused by the controversy about recombinant DNA with the Asilomar conference held in February 1975. A few months earlier, a moratorium about several genetic engineering experiments had been proposed in mid-1974 by Paul Berg and colleagues.

One can say for sure that this phenomenon, despite being temporary, lasted, according to Pubmed database, till the 1980s. If molecular biology had reached its saturation limit, as one might expect after such a quick exponential growth, its growth would not have resumed as it did later in the 1980s. One might also add that this phenomenon predates the observed break around 1970 by Han and colleagues (2010). Thus, this slowing down does not seem to be caused by the same mechanisms that altered the global science growth rate at the end of the 1960s and the beginning of the 1970s. What may be the cause of this event?

What strikes the historian of science is that the rapid growth of the years 1959–1966 fits with the period when the genetic code was solved. The discovery of the genetic code was, according to us, the greatest achievement of molecular biology. The genetic code has basic and

applied consequences. On the theoretical side, its universality shows that life is underpinned by the same mechanisms. On the applied side, later in the 1970s, it enabled genetic engineering with its gene transfers from human to bacteria and the production of recombinant hormones like insulin. Gunther Stent, himself a molecular biologist, did not fail to notice that from 1953 to 1963, a period that he calls the “dogmatic phase”, scientists elucidated both how DNA stores genetic information and how this information is translated into proteins (Stent, 1968). The latter is what the genetic code is all about. He noticed also that this “dogmatic phase” was especially attractive for scientists and by the end of 1960s:

(...) the number of working molecular geneticists had to be reckoned by the hundreds, rather than the dozens (...).

By contrast, after 1963, Stent felt that molecular biology entered a new phase, that he called the “academic phase” since “By that time many of the details of the genetic code were known” (Stent, 1968). He even adds that “(...) what remained now was the need to iron out the details.” Concerning the genetic code, Stent's opinion is true since a complete version of the code was obtained in the mid-1960s and the Nobel prize in medicine was awarded to Robert Holley, Marshall Nirenberg and Har Gobind Khorana in 1968 “for their interpretation of the genetic code and its function in protein synthesis”. Historian of science and molecular biologist Michel Morange shares a similar view. He wrote in his textbook a chapter entitled “The years 1965–1972, or the crossing of the desert” (original title: “Les années 1965–1972, ou la traversée du désert”). With the completion of the genetic code, Morange felt that, using a terminology proposed by Thomas S. Kuhn, molecular biology was then in a ‘normal science’ phase. This is exactly what Stent meant by saying that it remained “to iron out the details”. While Morange went even as far as writing that few progress were made in molecular biology during this period, he nonetheless noted that progress were made, notably in technical areas like X-ray diffraction for protein structures and

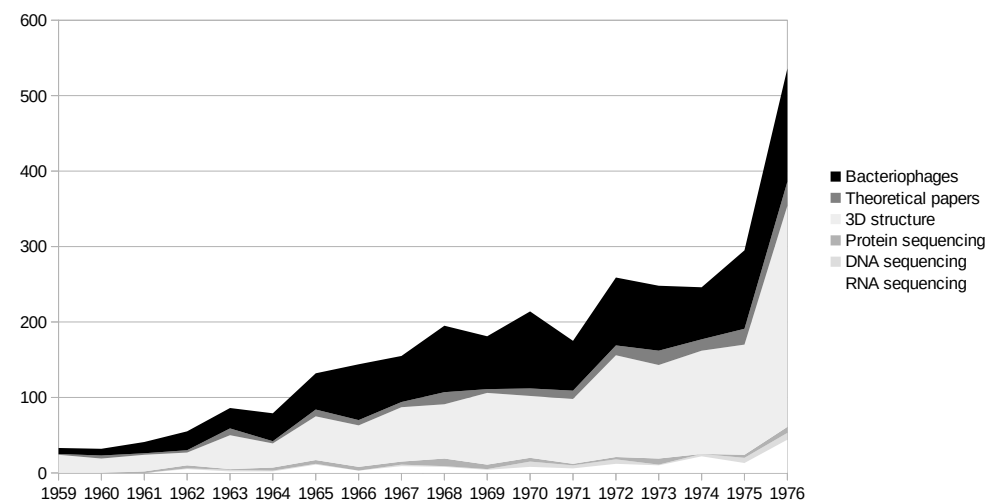
Number of papers according to topics in the *Journal of Molecular Biology*

Figure 5. Number of papers according to topics in the *Journal of Molecular Biology*. Data from manual counting in title and abstract (for bacteriophages), materials and methods section (for papers about 3D structures and sequencing). Papers without a materials and methods section were counted as theoretical

nucleic acid sequencing, mostly RNA. Our data confirm this analysis (figure 5). The number of papers about three dimensional structures of molecules or about cell structures, using X-ray, NMR or electron microscopy, is on the rise as well as the number of papers about RNA and DNA sequencing (data obtained thanks to materials and methods). One can also notice that papers about the genetic code (as recognized in the index with the term ‘code’, ‘codon’, ‘coding’, or ‘genetic code’) were always very few among the published papers in the *Journal of Molecular Biology*. Their number was so small that they are not reported on the graph. Between 1959 and 1970, in the first fifty volumes of the journal, one can find only 17 such papers. The Pubmed database has only nine papers published from 1959 to 1976 in this journal that contain the expression “genetic code” in their title or abstract. This fact is intriguing because it shows that the idea that scientists were attracted towards molecular biology to solve the genetic code or to publish about it is wrong. However, it does not refute the idea that the new vocabulary used by molecular biology, which describes genetics and biochemistry in terms of code, program and information, was attractive and did attract many scientists to this field as established by historian Lily Kay [Kay, 2000].

Similarly, what we define as ‘theoretical papers’, that is to say, papers without a materials and methods section (letters to the journal do not have such a section and thus are not taken into account in our analysis), are scarce in the *Journal of Molecular Biology*. This nicely refutes the idea that molecular biology was a theoretical science. It did own a theory, consisting in the genetic code, the central dogma, etc, but its theory was only a tiny part of published papers.

Finally, papers about bacteriophages, recognized as such thanks to their title if they contain the word bacteriophage or a codename of a bacteriophage, were far more numerous. Thus, our data confirm the view of Gunther Stent, who cited the phage group and the structural school of molecular biology as important actors in this field [Stent, 1968].

We would like to stress that Stent and Morange, both molecular biologists who wrote about history of their own discipline, proposed timelines and views that are by and large confirmed by statistics. While history of science written by scientists has often been criticized with relevant arguments [see Roger, 1995], one might notice that Price’s distinction between big science (that is to say, its statistical view on science) and little science (the individual scientist behaviour) does not discard history of science written by scientists but on the contrary, takes it seriously as shown by several excerpts from Price’s work. Both views, statistical (from the top) and historical (from the grassroots so to speak), has to be confronted fruitfully.

In a footnote, Morange offers an interesting explanation about this stagnation period [Morange, 2003, p. 222]. According to him, the very quick growth of molecular biology prevented it from becoming an established discipline because it spread into others fields, “molecularizing it”. More data on other scientific journals are required to test Morange’s view. However, this opinion is at first sight consistent with the data introduced in this paper. Perhaps such a short doubling time of two to three years was not sustainable in the long run and would have led to a fierce competition with other biomedical fields.

Conclusion

Our data show that results from the statistical approach (Price) and from the historical approach (Morange, Stent) are consistent. The *Journal of Molecular Biology* underwent at

first a very strong growth (1959–1965) and then a stagnation period regarding the number of published papers (from 1966 to at least 1976). The idea supported by historians of science that the genetic code metaphor attracted scientists to molecular biology is confirmed by statistics. However, other mechanisms are necessary to explain the quick growth and are provided by statistics. These preliminary results show that historical approach and statistical approach complement each others.

Acknowledgments

Sergey Shalimov for comments, SPH for financial support.

References

- De Chadarevian, S. (2002), *Designs for life*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Gaudillière, J.-P. (2002), *Inventer la biomédecine*, La Découverte, Paris.
- Han, C.-S., Lee, S.K. and England, M. (2010), “Transition to postmodern science-related scientometric data” *Scientometrics*, vol. 84, pp. 391–401.
- Kay, L. (2000), *Who wrote the book of life?* Stanford University Press, Stanford.
- Morange, M. (2003), *Histoire de la biologie moléculaire*, 2nd ed., La Découverte, Paris.
- Price, D. (1986), *Little science, big science... and beyond*, Columbia University Press, N.-Y.
- Roger, J. (1995), *Pour une histoire des sciences à part entière*, Bibliothèque Albin Michel, Paris.
- Stent, G.S. (1968), “That was the molecular biology that was”, *Science*, vol. 160, pp. 390–395.
- Strasser, B.J. (2002), “Institutionalizing molecular biology in post-war Europe: a comparative study”, *Stud. Hist. Phil. Biol. & Biomed. Sci.*, vol. 33, pp. 533–564.
- Strasser, B.J. (2006), *La fabrique d’une nouvelle science*, Leo S. Olschki Editore, Florence.

ПЕРВЫЕ ШАГИ В НАУКЕ

Представляем работы молодых ученых

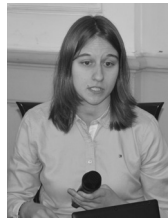
ALEKSEY GORGADZE

National Research University
Higher School of Economics
St. Petersburg, Russia
e-mail: alexei.gorgadze@gmail.com



ALINA KOLYCHEVA

National Research University
Higher School of Economics
Moscow, Russia
e-mail: avkolycheva@hse.ru



УДК 003 (05)

Mapping Ideas: Semantic Analysis of “PostNauka” materials

Abstract: “PostNauka” is a project (quite similar to the global set of conferences “TED”) about modern fundamental science and the scientists who create it. The website was established in 2012 as a platform, participating in the popularization of scientific knowledge. More than 3000 materials were published on it. Surprisingly, no one has tried to carry out the analysis of these materials until now. We decided to fill this gap by conducting our own research on PostNauka. An inspiring example to be followed was the performance by Sean Gourley and Eric Berlow, who showed the map of themes similarity in the TED-speeches and the way new topics were born on the periphery of global themes. We conducted the same type of analysis for PostNauka to show the existence or the lack of links between topics, to define the extent of interdisciplinarity of the project and to check the rightness of sections proposed by the website. We took all video-materials transcripts published on www.postnauka.ru. Two types of methods were combined for analysis: semantic analysis methods and network analysis. As a result, we got the mind-maps of PostNauka materials. They demonstrate how the materials are tied, which disciplines are exceeded and how they are sorting with the official classification of the website.

Keywords: Text Mining, Semantic networks, PostNauka, interdisciplinarity, co-word map.

Introduction

This research was inspired by the excellent S. Gourley’s and E. Berlow’s TED talk “Mapping ideas worth spreading”¹, devoted to the look of “global conversation”, represented by the platform they were the speakers of. The main goal was to demonstrate the connection between talks through extracting and comparing the key concepts from each of the speeches transformed into text. The authors conducted geographical topic analysis, tested the role of gender in choosing the TED talk to be viewed and commented; pointed out central, peripheral and unique (isolated) topics. Following in their steps, we decided to draw the mathematical structure of ideas in Russian academic world, taking the transcripts of PostNauka speeches as a basis. PostNauka² is a popular scientific journal, which has been functioning as a learning platform alike TED, Arzamas or Coursera for 3 years. The project was started in 2012: it got more than 100 000 subscribers in the social networks, more than 600 scientists from different research fields took part in the project, and more than 3000 materials were published. The platform involves videos, lectures and courses of different disciplines. The speakers of different backgrounds perform there, regularly combining the theories or examples from a variety of fields, and hence the platform is considered to be interdisciplinary.

According to M. Burawoy, “each discipline, after all, offers but a partial perspective on that world, so interdisciplinarity offers a more complete picture. Interdisciplinarity can only enrich our understanding of the world” [Burawoy, 2013, p. 7]. There is no doubt, that interdisciplinarity is becoming more and more fashionable in the academic sphere. Our aim is to show how these disciplines are interconnected in the talks, published on PostNauka, so we could get a better understanding of the relationship between different scientific fields through the language they use. In respect that our project is on its early stage, we work only with the key words, chosen by PostNauka organizers as the markers to present a topic of talk. Further we are planning to include all words from the talks’ transcripts and use LDA in combination with LSA solving the stated problem. In this article we will watch this relationship in dynamic, so it would be possible to notice the changes in penetration of topics and disciplines. In addition we will look at some statistics on the platform users and the activities changing the structure we investigate.

Related works

E-learning platforms became extremely popular with the researchers, paying attention to their influence on higher education [Ruiz, Mintzer, Leipzig, 2006; Sife, Lwoga, Sanga, 2007], economic costs [Matei, Vrabie, 2013], students’ behavior [Graf, List, 2005; Paechter, Maier, Macher, 2010] and etc. We did not manage to find any publications on exploring the educational platforms as text corpora to extract the topics (certain distribution over the words [Blei, 2012]) and track their points of coincidence, that’s why our research seems essential and original. The talks on PostNauka will be treated as “bags of words” to find “hidden thematic structure in large archives of documents” [Blei, 2012, p. 77] and follow the change of topics over time [Wang and McCallum, 2006]. Quite a similar project was

¹http://www.ted.com/talks/eric_berlow_and_sean_gourley_mapping_ideas_worth_spreading

²<https://postnauka.ru/about>

conducted by D. Hall and his colleagues, who investigated the textual structure of three conferences (COLING, ACL, EMNLP) to designate their level of ideas' diversity [Hall, Jurafsky, Manning, 2008]. They figured out that all those conferences were becoming broader eventually, though each of them shown different rate of "topic entropy". Taking this method in account, we will try to find out which talks or scientific fields have a narrow focus on a small amount of topics and which of them expand the borders using the language.

The Russian pioneers in this area of studies V. Nalimov and Z. Mul'chenko were among the first researchers, investigating the language or the "slang" of different spheres of knowledge to find the common words they have and the common ideas they use [Nalimov, Mul'chenko, 1969]. Those times the computer methods of text analysis were not as well developed as now, so in our research we can rely on more friendly ways of working with huge text corpora. "Topic modeling" is applied by modern researchers, who work with the citations, try to construct a hierarchical model, build semantic networks or draw co-word maps [Lehmann, 1992; Danowski, 1993; Blei et al., 2003; Li, McCallum, 2006; Dietz et al., 2007]. A great variety of options can be chosen to visualize the results researchers come up with, including Pajec, ORA, Gephi and etc. [Vlieger, Leydesdorff, 2011; Danowski, 2009]. The combination of Text Mining and SNA has not become very popular yet, but these two methods have already been used in a couple of works [eg. Mei, Cai, Zhang, Zhai, 2008; Leydesdorff, Nerghes, 2016] and we hope, that our research will somehow supplement the list of the latest investigations within this area.

Data and methods

As it was mentioned in the previous parts, our research is based on video-talk materials published on the platform PostNauka. We collected detail information about all video-talks, which were published from 2012 to 2014 on the site (1228 talks). The data contains transcripts (or parts of transcripts), number of views, comments and reposts on other social network sites, date of publishing, duration of talk, key-words, speaker's name, speaker's academic degree and profession. We also decided to take the language of each talk (some speakers made their oral presentations in English) and the gender of a speaker into account.

Of course, as any researchers, we faced with a certain number of challenges. The data was uploaded in January 2016, when PostNauka had not yet changed its interface and had not structured the information about each video-talk. The other issue was related to the fact, that one word could have several meanings: "Words may have different meanings in different contexts, although one expects the meaning of specific words to be stable within a single text" [Leydesdorff, Nerghes, 2016: 12, cit. ex: Leydesdorff, Hellsten, 2006]. Inasmuch as we decided to leave the step, where we could work with all amount of words from the transcripts, we did not really have to deal with homonymia. This problem will be faced with on the next research stage. We have already conducted it, but the results we got are so complicated, that we came up with the decision to dwell on key-words only in this article.

The preprocessing of texts included lemmatization of all texts using Yandex free soft for morphological analysis of the Russian language texts [Segalovich, 2003]. For data analysis and visualization we combined the methods of Text Mining and SNA, and used R-packages ("tm", "mallet", "dplyr", "rJava" ect.) and Gephi.

We created the network of video-talks based on shared key words. This graph shows how talks are thematically close to each other. We also used SNA parameters for analyzing network differences of topics and speeches, such as Degree Centrality (DC), Betweenness Centrality (BC), Closeness Centrality (CC).

Results and conclusions

The final graph (Figure 1) has a low density (0.151) and a high modularity (0.577). We got five major clusters (modularity classes) and four isolates. We decided to call them "humanitarian", "linguistic", "psychologic", "physical" and "biological" clusters of the network (Figure 2). Humanitarian cluster contains the speakers who identify themselves as historians, philosophers, sociologists, economists, philologists, culture experts, folklorists, geographers, anthropologists, lawyers etc. However, there is a separate psychological cluster, which includes eleven psychologists and one sociologist. Talks from this cluster have links with humanitarian cluster as well as biological cluster, acting as a bridge between them. Furthermore, there is also segregate linguistic cluster, which consists of linguists, philologists, historians and etc. It links humanitarian cluster with physical one. Physical cluster combines physicist, mathematicians, astrophysics, chemists, astronomers, IT-specialists, engineers and etc. Biological cluster — biologists, microbiologists, medics, anthropologists, biophysics, chemists, neuroscientists, bioinformatics etc.

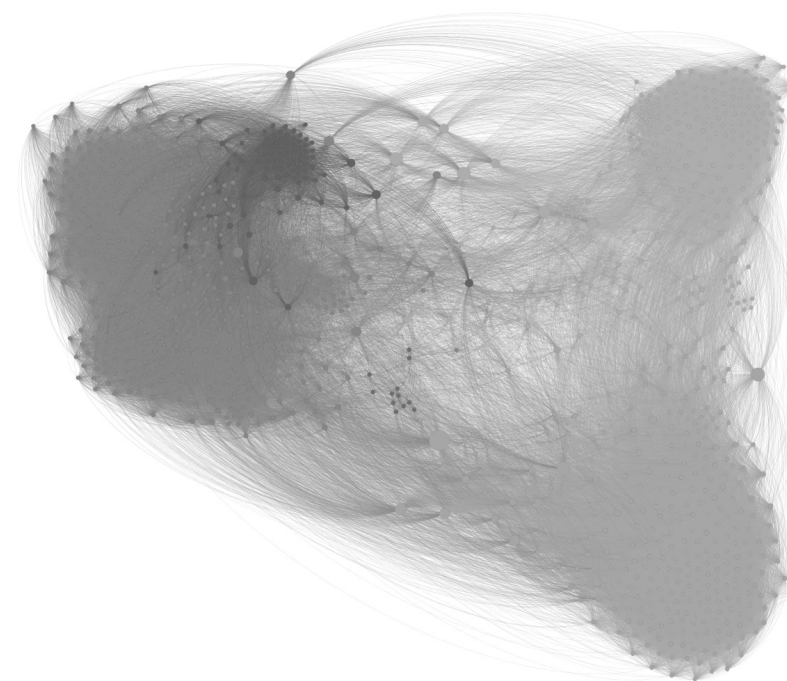


Figure 1. Network of all video-talks, based on shared key words. Size of nodes — Betweenness Centrality. The weight of edges represents the number of intersections between key words

Our attention must be paid to several other facts. First, we can see that anthropologists are divided into two large clusters: humanitarian and biological clusters. In the first case, there are cultural anthropologists, who explore mode of life, culture, rites and etc. In second — anthropologists, studying biology factors, human evolution, genetics, race and etc.

In addition to this, there are chemists, who are presented in two different clusters: physics and biology. «Physical» chemists focus on inorganic aspects, and are trying sometimes to link them with organic issues. For example: «Physical properties of the polymers and polymeric materials using a protein structure prediction problem»³. «Biological» chemists are close to medicine, immunity, biochemistry and etc.

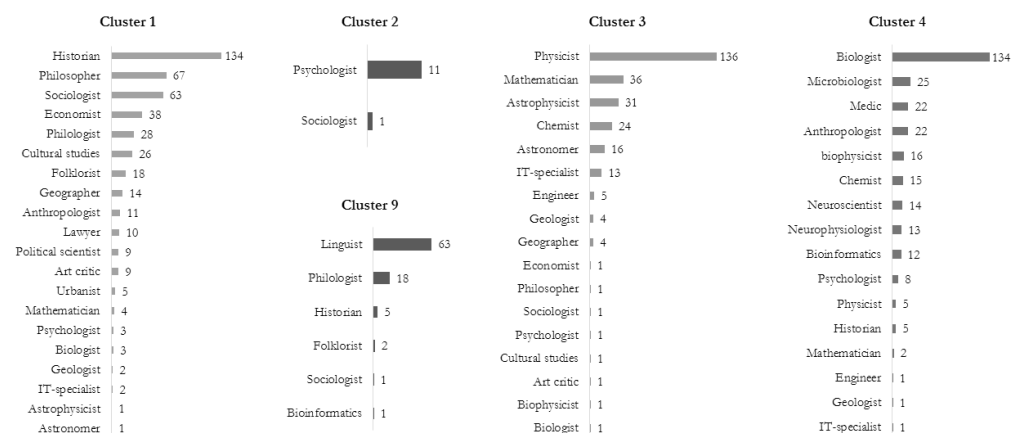


Figure 2. Distribution of speakers' professions by clusters (modularity classes)

We used ANOVA test to check significant differences of video-talk characteristics. There is no significant distinction by all indicators between Male and Female. Average page views, comments, repost, recording duration, and network metrics of centrality (degree, betweenness closeness) do not differ by gender.

We also checked whether there were differences between the talks by the years (2012, 2013 and 2014). We assumed that the videos posted earlier had more opportunities for users to watch them and write comments. Talks in 2012 had significantly more views, indeed. However, we have seen a sharp decline in 2013 and rise in 2014. In addition to this, the users' activity expressed through the number of comments and reposts was higher in 2013. In other words, despite the fact that in 2013, there were fewer views, the video comment activity was much more than during other years. We also found a significant increase in the duration of talks from 2012 to 2014.

Dedicated Clusters differ on these indicators. The cluster “2” (“psychology”) has greatly more views and reposts. We also found that cluster “4” (“biology”) has a larger average number of ties (DC) and average value of Closeness Centrality.

The language of talk has an effect on some indicators too. English language influences negatively the number of comments. Nevertheless, English-speaking talks have significantly higher level of Betweenness Centrality.

Table 1

Distribution of some talks' characteristics by spiker's sex, year of publishing, modularity class and language of talk

		Number	Views	Comments	Reposts	Time (sec.)	DC ⁴	BC ⁵	CC ⁶
Sex	Female	195	6846.4	5.3	193.6	723.1	179.8	0.00096	0.5
	Male	933	7177.4	4.5	194.4	725.3	168.3	0.00085	0.5
p-value			0.674	0.217	0.965	0.837	0.073	0.501	0.058

Year	2012	209	8251.4	4.7	167.0	621.5	176.5	0.00096	0.5
	2013	407	5773.6	6.0	206.5	730.6	166.8	0.00095	0.5
	2014	512	7728.9	3.4	195.6	762.6	170.5	0.00075	0.5
p-value			0.002	0.000	0.083	0.000	0.371	0.275	0.127

Modularity class (cluster)	1	448	7059.3	5.4	207.1	733.5	172.0	0.00078	0.51
	2	12	12753.8	5.1	265.4	733.4	41.9	0.00006	0.46
	3	277	5948.5	3.3	146.3	726.0	142.6	0.00084	0.49
	4	296	7882.7	4.6	178.7	715.0	217.2	0.00106	0.53
	9	90	8035.4	4.75	325.3333	712.0	119.5	0.00085	0.47
p-value		0.038	0.041	0.000	0.345	0.000	0.291	0.000	

Language	English	63	4869.43	2.33	180.73	723.83	183.49	0.0016	0.52
	Russian	1065	7253.36	4.73	195.04	724.98	169.52	0.0008	0.51
p-value			0.065	0.027	0.598	0.946	0.185	0.004	0.211

The graph of key words (Figure 3) illustrates the basic topics of all talks. The words with the highest BC are: history, biology, physics, Russia, mathematics, culture, philosophy, technologies, society, sociology. They shape and define the main thematic blocks of the talks.

Based on categorization of nodes proposed by Nerghe A. (Nerghe, 2016) we classify words by Degree and Betweenness Centralities. There are four classes:

- *Globally Central (GC)* — High DC, High BC
- *Locally Central (LC)* — High DC, Low BC
- *Gatekeeper (G)* — Low DC, High BC
- *Marginal (M)* — Low DC, Low BC

⁴ Degree centrality (DC).

⁵ Betweenness Centrality (BC).

⁶ Closeness Centrality (CC).

³ <https://postnauka.ru/video/38347>

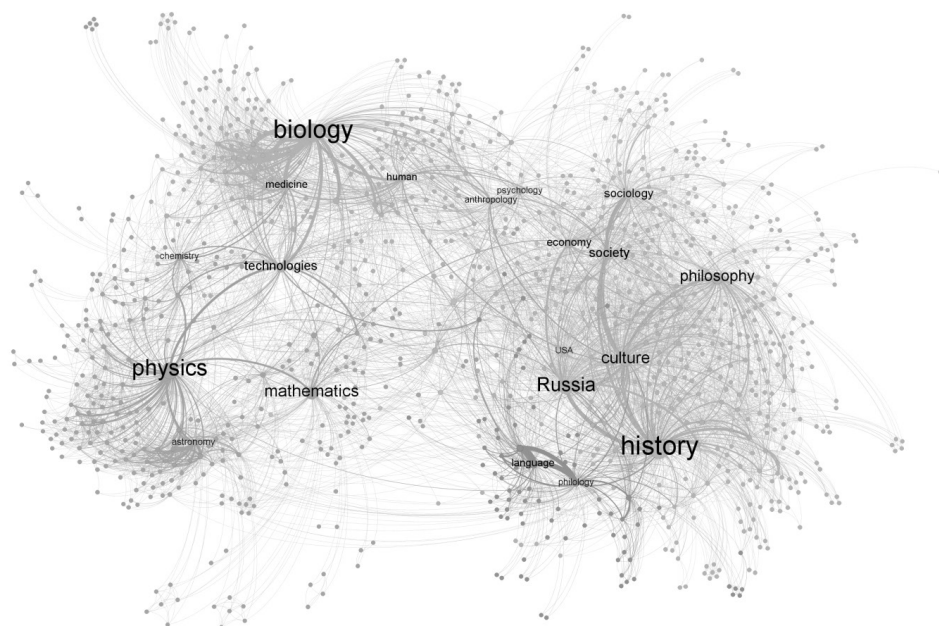


Figure 3. Network of key-words, with dedicated Top-20 words. Size of nodes — Betweenness Centrality. The weight of edges represents the number of videos, where key words were used together

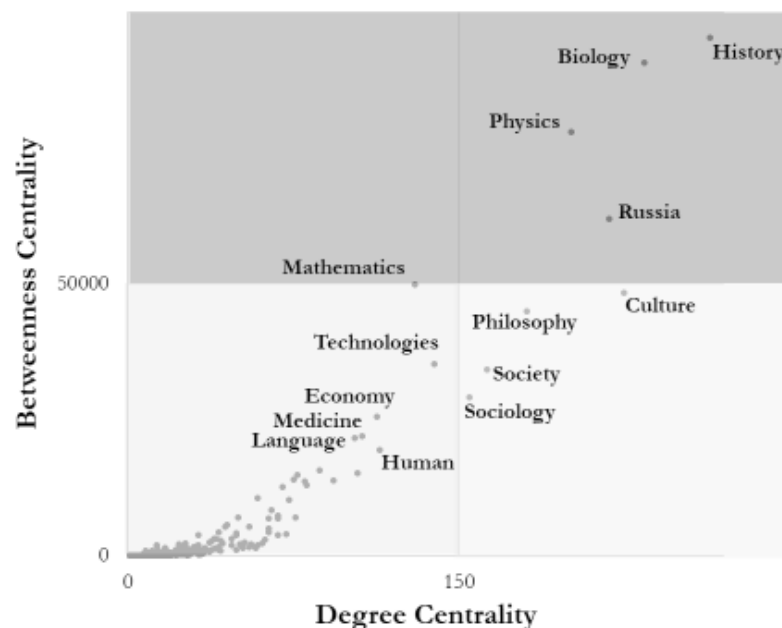


Figure 4. Key words centralization structure

As we can see on the Figure 4, there are four key words, which have high Degree and Betweenness Centralities: History, Biology, Physics, Russia. It means that these words are often found with other keywords (High DC) as well as they are connected with the words from different clusters. These terms though associate different clusters, but it is likely to be the cause of a large number of links. Moreover, we cannot see Gatekeepers — the words which have small number of links, but come from different thematic clusters. We can turn our attention to the fact that «mathematics» is the closest word to the Gatekeeper's status. If we look at the previous word network, we could also see that the mathematical cluster is located between different clusters and can serve as a bridge between them.

There are also four words in Locally Centrality class: Culture, Philosophy, Society, Sociology. It means that these terms are common with other words but coming from the same cluster. They have few links with other thematic clusters.

The vast number of words has low levels of Betweenness Centrality and Degree Centrality.

In conclusion it must be noted that the results of the research presented above are only offering the backlog for the further survey. Using the key-words for analysis is a rough method and it cannot be estimated as reliable as working with all words from the transcripts. There are some talks on the platform which have few key-words or none of them. In that case the key-words cannot be taken as preferable data for analysis, but they can help to compose the first impression on the interconnection of disciplines existing on the platform. For the next step we are planning to investigate the big corpora of texts to find out whether the speakers representing the disciplines use the language or the “slang”, which consists of the words, uniting certain scientific areas. By combining Topic modeling method and Social Network Analysis we are expecting to evaluate our results.

References

- Blei, D.M., Ng, A.Y. and Jordan, M.I. (2003), “Latent dirichlet allocation”, *The Journal of machine Learning research*, no. 3, pp. 993–1022.
- Blei, D.M. (2012), “Probabilistic topic models”, *Communications of the ACM*, vol. 55, no. 4, pp. 77–84.
- Burawoy, M. (2013), “Sociology and Interdisciplinarity: The Promise and the Perils”, *Philippine Sociological Review*, vol. 61, no. 1, pp. 7–20.
- Danowski, J.A. (1993), “Network analysis of message content”, *Progress in communication sciences*, no. 12, pp. 198–221.
- Danowski, J.A. (2009), *Inferences from word networks in messages. The content analysis reader*, pp. 421–429.
- Dietz, L., Bickel, S. and Scheffer, T. (2007, June), “Unsupervised prediction of citation influences” in *Proceedings of the 24th international conference on Machine learning*, ACM, pp. 233–240.
- Graf, S. and List, B. (2005), *An evaluation of open source e-learning platforms stressing adaptation issues*, IEEE, pp. 163–165.
- Hall, D., Jurafsky, D. and Manning, C.D. (2008, October), “Studying the history of ideas using topic models” in *Proceedings of the conference on empirical methods in natural language processing*, Association for Computational Linguistics, pp. 363–371.
- Lehmann, F. (1992), “Semantic networks”, *Computers & Mathematics with Applications*, vol. 23, no. 2–5, pp. 1–50.
- Leydesdorff, L. and Nerghe, A. (2016), *Co-word Maps and Topic Modeling: A Comparison Using Small and Medium-Sized Corpora (n<1000)*, available at: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1511/1511.03020.pdf>

Li, W. and McCallum, A. (2006, June), “Pachinko allocation: DAG-structured mixture models of topic correlations” in *Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning*, ACM, pp. 577–584.

Matei, A. and Vrabie, C. (2013), “E-learning platforms supporting the educational effectiveness of distance learning programmes: a comparative study in administrative sciences”, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 93, pp. 526–530.

Mei Q., Cai D., Zhang D. and Zhai C. (2008, April), “Topic modeling with network regularization” in *Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web*, ACM, pp. 101–110.

Nalimov, V. and Mul'chenko, Z. (1969), *Scientometrics: Studies on the development of science as an informational process [Naukometriya: Izucheniye razvitiya nauki kak informacionnogo processa]*, Publishing house “Nauka”, Moscow, Russia.

Nerghes, A. (2016), *Words in Crisis: A relational perspective of emergent meanings and roles in text*, available at: http://dare.uvu.vu.nl/bitstream/handle/1871/54227/complete_dissertation.pdf?sequence=1

Paechter, M., Maier, B. and Macher, D. (2010), “Students' expectations of and experiences in e-learning: Their relation to learning achievements and course satisfaction”, *Computers & education*, vol. 54, no. 1, pp. 222–229.

Ruiz, J., Mintzer, M. and Leipzig, R. (2006), “The impact of e-learning in medical education”, *Academic medicine*, vol. 81, no. 3, pp. 207–212.

Segalovich, I. (2003), “A Fast Morphological Algorithm with Unknown Word Guessing Induced by a Dictionary for a Web Search Engine” in *MLMTA*, pp. 273–280, available at: <http://download.yandex.ru/company/iseg-las-vegas.pdf>

Sife A., Lwoga, E. and Sanga, C. (2007), “New technologies for teaching and learning: Challenges for higher learning institutions in developing countries”, *International Journal of Education and Development using ICT*, no. 3(2).

Vlieger, E. and Leydesdorff, L., (2011), “Content analysis and the measurement of meaning: The visualization of frames in collections of messages”, *Public Journal of Semiotics*, vol. 3, no. 1, pp. 28–50.

Информация для авторов и требования к рукописям статей, поступающим в журнал «Социология науки и технологий»

Социология науки и технологий Sociology of Science and Technology

Журнал *Социология науки и технологий* (СНиТ) представляет собой специализированное научное издание.

Журнал создан по инициативе Санкт-Петербургского филиала Института истории естествознания и техники имени С. И. Вавилова Российской академии наук (СПбФ ИИЕТ РАН) в 2009 г. и издается под научным руководством Института.

Учредитель и издатель: Издательство «Нестор-История».

Периодичность выхода — 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации журнала ПИ № ФС77–36186 выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия 7 мая 2009 г.

Журнал имеет международный номер ISSN 2079–0910 (Print), ISSN 2414–9225 (Online). Входит в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК (по специальностям 07.00.00 — исторические науки и археология; 22.00.00 — социологические науки; 09.00.00 — философские науки). Включен в российский индекс научного цитирования (РИНЦ), в европейский индекс журналов по общественным и гуманитарным наукам ERIH-PLUS.

Журнал публикует оригинальные статьи на русском и английском языках по следующим направлениям: наука и общество; научно-техническая и инновационная политика; социальные проблемы науки и технологий; социология академического мира; коммуникации в науке; история социологии науки; исследования науки и техники (STS) и др.

Публикации в журнале являются бесплатными для авторов. Гонорары за статьи не выплачиваются.

Требования к статьям

Направляемые в журнал рукописи статей следует оформлять в соответствии со следующими правилами (требования к оформлению размещены в разделе «Для авторов» на сайте журнала <http://sst.nw.ru/>):

1. Рукопись может быть представлена на русском и английском языках.
2. Рекомендуемый объем рукописи — до 40 000 знаков (включая — на русском и английском языках — название, аннотацию, ключевые слова, авторскую справку и список литературы). Текст предоставляется в форматах: .doc, .docx, .odt. Шрифт — Times New Roman, 12 кегль, интервал 1,5. Поля: слева — 3 см, сверху и снизу — 2 см, справа 1,5 см. Текст размещается без переносов. Абзацный отступ — 1 см.
3. Материалы для разделов «Рецензии», «Хроника научной жизни» и др. не должны превышать 10 000 знаков.
4. Автору необходимо представить:
 - а. Название статьи, аннотацию (на русском языке — в пределах 150 слов, на английском — от 250 до 300 слов). Машинный перевод категорически запрещен. Требования к аннотации — в разделе «Для авторов» на сайте журнала.

б. Ключевые слова (на русском и английском языках). Не менее 5 слов и/или словосочетаний. Требования к ключевым словам — в разделе «Для авторов» на сайте журнала.

с. Авторскую справку (на русском и английском языках): ФИО (полностью), адресные данные. Транслитерация производится в соответствии с форматом Госдепартамента США. Требования к авторской справке в разделе «Для авторов» на сайте журнала.

д. Фотографию. Минимальное разрешение — 300 dpi (формат.jpg или.tiff).

е. УДК в соответствии с ГОСТ 7.90–2007.

ф. Пристатейные списки литературы на русском и английском языках:

I. Список литературы на русском языке оформляется в соответствии с ГОСТ 7.05. —2008. Сокращения оформляются в соответствии с ГОСТ 7.11–2004;

II. References оформляется в соответствии с форматом Гарвардского университета (“Harvard”). В англоязычном списке литературы русскоязычные источники приводятся в транслитерации (по формату Госдепартамента США) и в переводе (в квадратных скобках).

III. Требования к пристатейным спискам литературы — в разделе «Для авторов» на сайте журнала.

5. Текст рукописи.

6. Все графические элементы должны прилагаться в виде отдельных файлов со следующими параметрами:

а. Фотографические изображения — с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 1000×1000 pix, в формате.jpg или.tiff

б. Диаграммы, графики, чертежи — в формате.xls или.ods.

Правила рецензирования:

1. Рукописи статей обязательно проходят двухстороннее «слепое» рецензирование.

2. Рукопись статьи отклоняется (автору предоставляется мотивированный отказ):

а. В случае несоответствия статьи тематике журнала.

б. В случае несоответствия статьи требованиям журнала.

с. При обнаружении факта плагиата или повторной публикации.

д. В случае отрицательной рецензии (по результатам совещания редколлегии).

3. По итогам проведенного рецензирования и согласования возникших вопросов с автором материалы поступают на рассмотрение в редколлегию, которая принимает окончательное решение относительно опубликования материала. Редакция извещает автора о номере и сроках опубликования его рукописи.

Адрес редакции:

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 5

Тел.: (812) 323-81-93

Факс: (812) 328-46-67

E-mail: school_kugel@mail.ru

<http://ihst.nw.ru>

Sociology of Science and Technology

ISSN 2079–0910 (Print), ISSN 2414–9225 (Online)

Information for Contributors

Sociology of Science and Technology is a peer reviewed, professional, bilingual international Journal (prints papers in both English and Russian) quarterly published under the scientific guidance of the Institute for the History of Science and Technology, Saint Petersburg Branch, Russian Academy of Sciences. The Journal was founded in 2009 and was first published in 2010 by the Publishing House Nestor-Historia.

The journal aims to provide the most complete and reliable source of information on recent developments in sociology of science and technology. Its mission is to provide an interdisciplinary forum for discussion and debate about STS. The journal publishes research articles, reviews, and letters on the following topics: science and society; science policy, communications in science; mobility of scientists; demographic aspects of sociology of science; women in science; social positions and social roles of scientists; views of the activities of scientists and scientific personnel; science and education; history of sociology of science; social problems of modern technologies; and other related themes. The journal is dedicated to articles on the history of science and technology and prints special issues about leading researchers in this field.

The journal serves as a bridge between researchers worldwide and develops personal and collegial contacts. The journal provides free and open access to the whole of its content on our website <http://sst.nw.ru/en>

Information for Manuscripts:

1. Manuscripts can be presented in Russian or English.

2. The manuscript should be original, and has not been published previously. Do not submit material that is currently being considered by another journal.

3. The manuscript should be in MS Word format, submitted as an email attachment to our email box.

4. The volume of the manuscript should not exceed 10,000 words, including an abstract, keywords, texts, tables, footnotes, appendixes, and references; font Times New Roman, size 12 pt; interval 1.5 pt; wide layout; the title of article — bold in the centre; full name(s) in the top right corner; footnotes — size 10 pt, interval 1; saved in the format.doc.docx,.odt.

5. Photos and figures should be sent in separate files (resolution 300 dpi), in the format.tiff or.jpg.

6. Volume of articles in the “Review” and “Scientific Life” sections — up to 3,000 words.

7. The following should be attached to the manuscript:

a. The title should not exceed 15 words;

b. The abstract should not exceed 250–300 words;

c. 5–7 keywords or key phrases are required;

d. The author’s details: name, position, affiliation, e-mail;

e. The photo of the author (resolution 300 dpi), in the format.tiff or.jpg.

f. References must be in Harvard style.

8. Manuscripts that do not meet the specified requirements will not be considered.

Peer Review Policy:

Sociology of Science and Technology is a refereed journal. All research articles in this journal undergo rigorous peer review, based on initial editor screening and anonymised refereeing by at least two anonymous referees.

Editors' address:

199034, 5 Universitetskaya nab., St Petersburg, Russia

Tel.: (812) 323-81-93

Fax: (812) 328-46-67

E-mail: school_kugel@mail.ru

<http://ihst.nw.ru>

В следующем номере

Г. И. Смагина «Первейшей своей обязанностью ставлю славу и процветание Академии»: К 275-летию директора Академии наук княгини Е. Р. Дашковой

М. Б. Конашев. Лысенкоизм как «белое пятно» в «социальной истории науки». Часть 3. В зеркале энциклопедий и справочников

Н. Г. Попова, А. В. Меренков, Д. В. Шкурин. Национальная специфика российских научных журналов в контексте их продвижения в международные базы данных

In the next Issue

Galina I. Smagina. “The First Responsibility I Have to Myself is the Glory and Prosperity of the Academy”: to the 275th Anniversary of the Director of the Academy of Sciences, Princess Ekaterina Romanovna Dashkova

Mikhail B. Konashev. Lysenkoism as “a white spot” in “social history of science”. Part 3. In a mirror of encyclopedias and reference books

Natal'ya G. Popova, Anatolii V. Merenkov, Denis V. Shkurin. National specifics of Russian scientific journals in the context of their advancement into international abstract and citation databases