



DOI: 10.19181/smtp.2023.5.4.4

EDN: GTLGVB

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫМ СЕКТОРОМ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ



**Шепелев
Геннадий Васильевич¹**

¹ Научно-образовательный центр «Кузбасс»,
Кемерово, Россия

Для цитирования: *Шепелев Г. В.* Модель для описания процессов управления научным сектором. Основные положения // Управление наукой: теория и практика. 2023. Т. 5, № 4. С. 71–90. DOI 10.19181/smtp.2023.5.4.4. EDN GTLGVB.

АННОТАЦИЯ

Разработана модель для описания процессов управления научным сектором. Модель базируется на анализе различных видов работы со знаниями (генерация, хранение, передача, систематизация и использование). Научный сектор рассматривается как сектор экономики, специализирующийся на систематизации знаний, в частности, на разработке научных моделей различных явлений. Научные модели в силу своей природы являются абстракциями и могут быть самостоятельным предметом для научного исследования, лишь косвенно опирающегося на запросы реального сектора. Научные модели также имеют предсказательные возможности, что является основой для их использования в прикладных разработках. Как следствие, на основе разработанной модели управления показано, что масштаб и специализация научного сектора зависят от востребованного объема работ со знаниями. Специализация по работе со знаниями не является абсолютной – кроме специализированных учреждений такими работами могут заниматься и организации, юридически не являющиеся научными, а также отдельные специалисты вне научного сектора. Рассмотрены альтернативные модели, которые неявно используются при управлении научным сектором.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

научный сектор, модель управления научным сектором, знания, виды работы со знаниями, систематизация знаний, специализация по работе со знаниями

БЛАГОДАРНОСТИ:

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение от 28.09.2022 г. № 075-10-2022-115 «Разработка и реализация эффективной системы управления исследованиями, инновациями, производством и выводом на рынок новых продуктов на основе научно-производственного партнёрства научных и образовательных организаций и реального бизнеса».

ВВЕДЕНИЕ

В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее – Стратегия) один из разделов посвящён необходимости формирования эффективной современной системы управления в области науки: «29. Для достижения цели научно-технологического развития Российской Федерации необходимо решить следующие основные задачи: ... г) сформировать эффективную современную систему управления в области науки, технологий и инноваций, обеспечивающую повышение инвестиционной привлекательности сферы исследований и разработок, а также эффективности капиталовложений в указанную сферу, результативности и востребованности исследований и разработок»¹.

Подразумевается, что действующая система управления не совсем эффективная и современная. В том же п. 29 Стратегии есть ещё несколько позиций, которые прямо или косвенно связаны с системой управления. Однако системной работы, направленной на решение поставленной в Стратегии задачи, не предпринималось. Вопросы управления российским научным сектором и текущее состояние проанализированы, например, в статьях [1; 2; 3], в которых в том числе показана несистемность подходов. На наш взгляд, это связано во многом с отсутствием понимания взаимосвязи научного сектора с реальным сектором экономики, влияния процессов управления на реальную, а не «отчётную» эффективность науки, факторов, определяющих востребованность научных знаний в экономике. Отдельные вопросы, связанные с организацией управления, рассматривались в работах автора [4; 5; 6; 7]. Эти работы неявно предполагали наличие модели описания управления научным сектором, но системно она представлена не была. В данной работе предпринята попытка системного изложения этого вопроса.

Модель, по определению, даёт упрощённое представление реальных систем. Огрубление за счёт исключения из рассмотрения второстепенных факторов позволяет более чётко выделить основные закономерности. Далее при желании можно уточнять и усложнять описание за счёт разработки более сложных моделей. Чтобы избежать критики в том, что автор не учёл тех или иных аспектов проблемы организации управления, подчеркнём, что

¹ Указ Президента РФ от 01 декабря 2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» (В редакции Указа Президента РФ от 15 марта 2021 г. № 143) // Президент России : [сайт]. URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 23.11.2023).

рассматриваются лишь наиболее значимые взаимодействия, описывающие наиболее масштабные управляющие воздействия.

1. УПРАВЛЕНИЕ – ОБЩАЯ СХЕМА И ЕЁ ЭЛЕМЕНТЫ

Начнём с разбора того, что будем понимать под управлением. На рис. 1 приведена схема, иллюстрирующая процесс управления. На вход объекта управления (обозначен на рисунке цифрой 1) подаётся входное (управляющее) воздействие 2, в результате которого на выходе объекта управления возникает некоторый отклик 3. Органы управления 4 получают информацию о выходных показателях 3 и могут оказывать влияние как на входное воздействие 2, так и на объект управления 1, реализуя так называемые обратные связи в системе управления.

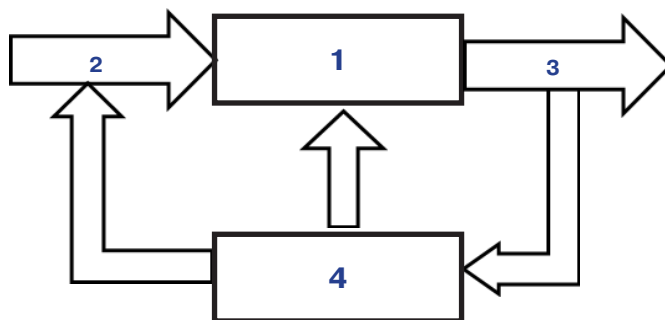


Рис. 1. Схема управления: 1 – объект управления; 2 – входное (управляющее) воздействие; 3 – выходные результаты; 4 – органы управления

Задачей управления, как правило, является достижение некоторого желаемого результата (цели управления). Входное воздействие осуществляется таким образом, чтобы выходное состояние системы максимально соответствовало поставленной цели. Поэтому основной вопрос, на который необходимо ответить при обсуждении организации управления, – что должно являться его результатом, другими словами, как сформулировать цели, которые необходимо достигнуть. Связанный с этим вопрос – как измерить степень достижения цели, то есть какие показатели принять в качестве средства измерения её достижения. В сфере материального производства результат и цели обычно легко идентифицируются и не вызывают споров. Для науки вопрос выходного результата и способа его измерения оказывается предметом дискуссий в научном сообществе.

Возьмём в качестве примера металлургию как отрасль, производящую различные металлы и продукцию из них². В табл. 1 приведено сравнение науки и металлургии с точки зрения представленной на рис. 1 схемы управ-

² Сразу оговоримся, что здесь рассматриваются только самые общие вопросы управления и автор не претендует на то, чтобы сравнивать внутренние процессы в двух отраслях и не анализирует детали производственных процессов, движущие силы и психологию людей, которые идут работать в соответствующие отрасли и т. п.

ления. Видно, что часть показателей, которые характеризуют сектор материального производства, для научной отрасли требуют дополнительного пояснения.

В качестве выходных показателей для металлургии можно взять объём производства металла в натуральном и стоимостном выражении. Вход системы включает поставки сырья (руды), оборудования, финансов, рабочие и инженерные кадры, прочие ресурсы. Управление отраслью должно быть направлено на удовлетворение спроса на продукцию, повышение экономических показателей и т. п., в качестве критериев качества можно принять обеспечение потенциальных покупателей продукции отрасли нужным набором металлов и номенклатурой изделий из них. Необходимо также обеспечить возможность и в дальнейшем обеспечивать достижение этих целей, то есть создать условия для своевременного обновления производственных фондов, обеспечить поставки сырья, подготовку кадров и т. п.

Таблица 1

Сравнение подходов к управлению в металлургии и научном секторе

	Металлургия	Наука
Определение	Отрасль, производящая металлы	Отрасль, производящая знания
Вход	Сырье, оборудование, рабочая сила, финансы	Оборудование, рабочая сила, финансы
Выход	Металл	Новые знания
Специализация	Практически полная	Новые знания производят практически все отрасли
Цели	Цель управления – удовлетворение спроса на металлы	Цель управления – удовлетворение спроса на знания

Для того, чтобы применить эту схему к науке, необходимо разобраться, что является выходным продуктом управляемой системы – научного сектора экономики. По аналогии с приведённым примером можно было бы определить науку как отрасль, производящую знания. Однако легко видеть, что новые знания возникают не только в научных организациях, но и в любых других, например, производственных. Любая деятельность человека с одной стороны основана на использовании знаний и с другой – генерирует новые знания. То есть если металлургия практически полностью обеспечивает экономику своей продукцией, то наука работает лишь с какой-то частью знаний, обращающихся в обществе, производственной и социальной сферах. Другими словами, если металлургия как отрасль является практически полностью специализированной, то специализация по работе со знаниями не является полной (эксклюзивной для науки), а ведётся в значительных объёмах также и в других отраслях. Если всё же принять приведённое выше определение научной отрасли, то с учётом того, что работа со знаниями не эксклюзивна, потребуется уточнить, что входит в состав научного сектора как отрасли с

точки зрения управления. Поэтому ниже рассмотрим более подробно возможные виды работы со знаниями и организацию работы с ними.

Чтобы обеспечить эффективность управляющих воздействий, необходимо знать, как объект на них откликается. Если такой закон известен, то целевое состояние может быть достигнуто достаточно точно и можно заранее рассчитать, какие для этого необходимо привлечь ресурсы на входе объекта управления. Это также даёт возможность оценить достаточность имеющихся ресурсов для достижения поставленной цели, то есть реальность решения поставленной задачи. Для этого необходимо разобраться более детально с тем, что такое знание и как люди с ним работают.

2. ЗНАНИЯ И ВИДЫ РАБОТЫ С НИМ

Чтобы выделить предмет работы со знаниями именно в научной отрасли, вначале рассмотрим, как научные знания используются в человеческой деятельности. Всё, что будет сказано дальше, кажется очевидным, но, если рассмотреть дискуссии, которые идут вокруг эффективности управления научным сектором, будет видно, что понимание знания в науке и вне её трактуется весьма расплывчато, обычно знание в науке признаётся «правильным, объективным» и т. п., а вне её – некоторым «полуфабрикатом». Поэтому остановимся на этих «очевидных» вопросах более подробно. На рис. 2 показаны основные виды работы со знаниями: первичная генерация, хранение, систематизация, передача, применение. По каждому виду приведён перечень основных отраслей, структур, которые данный вид работы со знанием осуществляют. Из представленных данных видно, что наука не единственная отрасль, которая профессионально работает со знаниями.

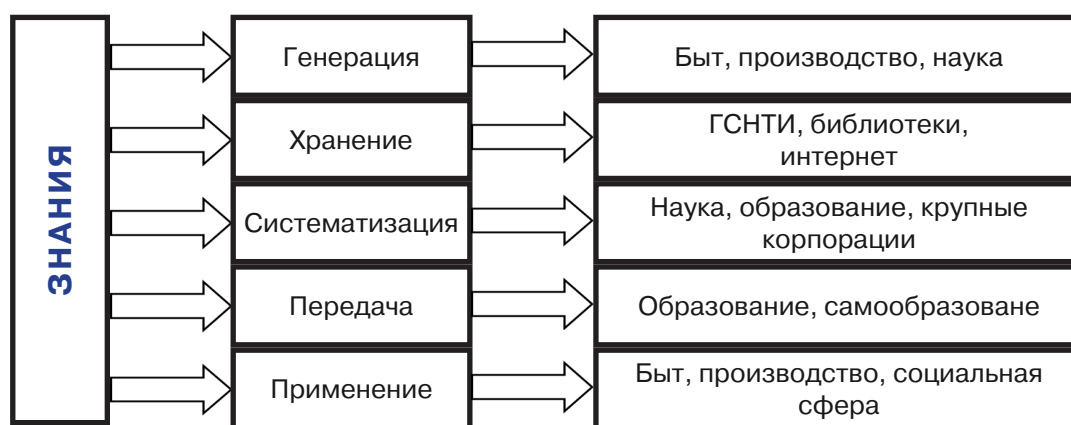


Рис. 2. Виды работы со знаниями

На рис. 3 показана логика взаимосвязи различных видов работы со знаниями. Достаточно сложная система взаимодействия между структурами, осуществляющими работу со знаниями, затрудняет понимание функционирования всей системы, в результате чего отдельные составляющие при организации управления рассматриваются либо в полном отрыве от других,

либо их не отделяют друг от друга. Чтобы выделить научную специализацию по работе со знаниями, приходится вводить некоторое специфическое «научное» знание и придумывать для него признаки, по которым оно отличается от иного знания.

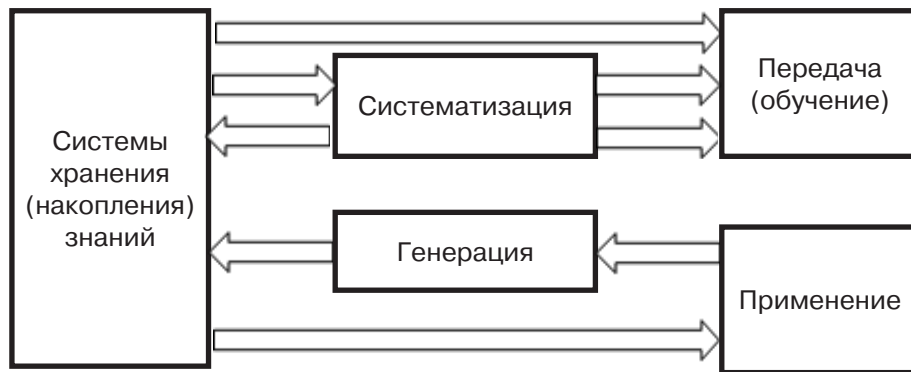


Рис. 3. Связи между видами работы со знаниями

Далее коротко проиллюстрируем, как осуществляются различные виды работы. На рис. 4 показано, что новые знания могут возникать из повседневного опыта, производственной и иной профессиональной деятельности, а также целенаправленно получаться в результате научного эксперимента.

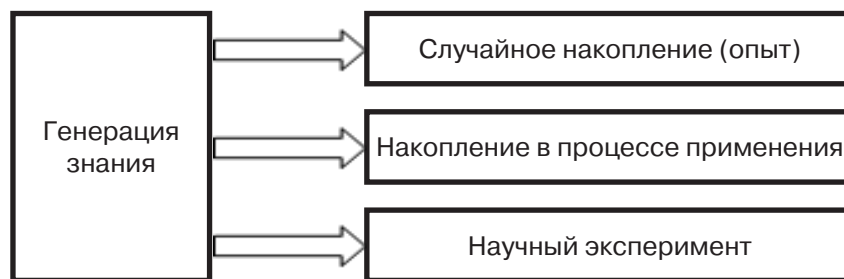


Рис. 4. Варианты генерации нового знания

Если первые два вида генерации знаний не предполагают их обязательной фиксации и могут оказаться недоступны другим людям, занимающимся данным видом деятельности в настоящем или в будущем, то данные, полученные в результате целенаправленного эксперимента, как правило, фиксируются и в том или ином виде поступают в общее обращение.

Следующий вид работы со знаниями – хранение – востребован с древнейших времён (рис. 5). До появления письменности знания хранились в головах людей, что ограничивало их объём, сохранность при передаче и риски утери, если они своевременно не были переданы другим людям. После появления письменности для удобства работы отдельные письменные документы концентрировались сначала в библиотеках, а с наступлением эпохи цифровизации начали храниться в электронном виде. Сейчас науку обслуживает специализированный сектор – система научно-технической информации.

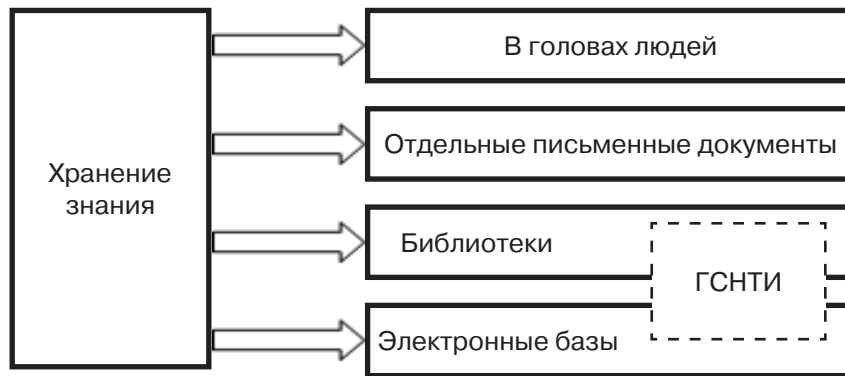


Рис. 5. Варианты хранения знаний

Систематизация знаний (рис. 6) – один из основных вопросов для понимания того, что собой представляет наука. Отметим, что систематизация знаний – это вид работ, с которыми в основном связана деятельность в науке.

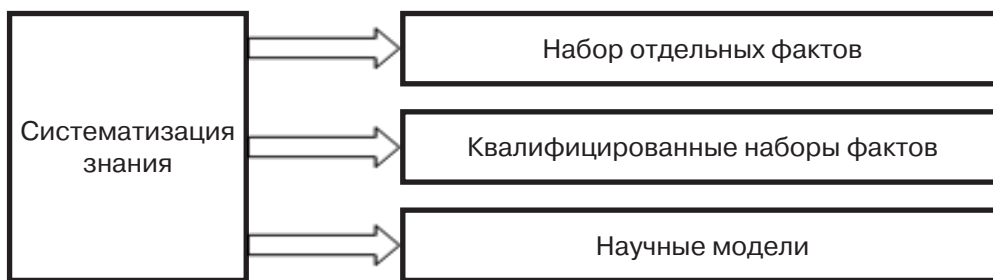


Рис. 6. Уровни систематизации знаний

Накопление знаний в виде отдельных фактов начинается ещё в первобытном обществе. Одним из основных отличий человека от животных считают использование орудий труда. Это уже предполагает знание того, как такие орудия изготовить и как их применять. Аналогично собирательство и охота, которые обеспечивали выживание первобытных людей, предполагали наличие знаний о съедобных и несъедобных растениях, повадках животных, которые также необходимо было накапливать и передавать от человека к человеку.

Как только знаний накопилось достаточно много, работа с ними, например, передача от человека к человеку, привела к необходимости их каким-то образом упорядочить, то есть классифицировать. Эти процессы происходили уже у первобытных людей. В книге Леви-Стросса приведена ссылка на исследования современных племён, находящихся на первобытных этапах развития: «Хануну (филиппинское племя. – прим. Г. Ш.) классифицируют местные формы птичьей фауны по 75 категориям... они различают около 12 видов змей... 60 типов рыб... более дюжины морских и пресноводных раков, столько же типов пауков и многоножек... Тысячи форм насекомых сгруппированы в 108 поименованных категорий, из них 13 для муравьёв и термитов... Они различают более 60 классов морских моллюсков и более 25 –

земляных и пресноводных моллюсков... 4 типа пиявок, пьющих кровь...»; всего учтён 461 зоологический тип» [8, с. 151].

Снова отметим, что не только научная, но и любая человеческая деятельность связана с упорядочением информации, поэтому систематизация сама по себе не есть исключительный признак научного знания. При этом в науке систематизация в том или ином виде – практически обязательный элемент.

Когда классификаторы становятся достаточно объёмными и громоздкими, возникают желание и необходимость сделать описание более компактным – появляется модель описания однотипных явлений, которая позволяет описать большую совокупность данных, например, одной математической формулой или системой уравнений. Для такого представления используются термины «закон», «теория». Суть этого перехода в представлении знаний заключается в том, что вместо реальных вещей рассматривается их более или менее упрощённое описание в виде абстрактной (в идеале описываемой математической формулой) схемы или, как мы далее будем называть, «модели». Термин «модель» здесь используется в смысле замены сложной реальной системы на упрощённую.

Поясним сказанное примером из механики. Понятие «материальная точка», «сила», «энергия» являются абстракциями, которые с какой-то степенью приближения могут описывать движение и взаимодействие реальных тел. При этом модельные задачи, рассматриваемые в начальных курсах механики, предполагают множество ограничений или упрощений (отсутствие трения поверхностей, сопротивления воздуха, потери энергии при соударениях, тяготения и т. п.), то есть модель в этом примере заведомо не описывает в деталях то, что существует в реальности.

Именно знание, представленное в виде моделей, является почти исключительной областью деятельности науки (хотя такую деятельность может вести кто угодно – фундаментальными исследованиями (разработкой моделей) занимаются не только в научных институтах, но и в университетах и в последнее время – даже в крупных корпорациях³).

В том или ином виде передача знаний от человека к человеку (обучение) появилась сразу вместе с появлением знания (рис. 7).

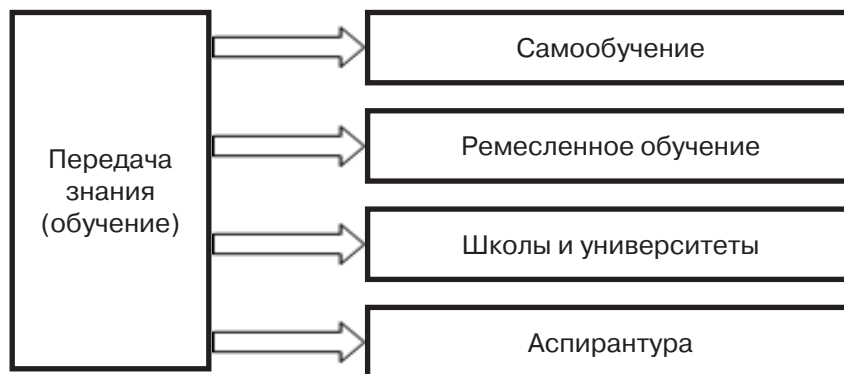


Рис. 7. Варианты передачи знаний

³ Потанин В. Зачем бизнесу инвестировать в фундаментальную науку // Ведомости : [сайт]. 2021. 12 февраля. URL: <https://vedomosti.ru/opinion/articles/2021/02/12/857636-zachem-biznesu> (дата обращения 16.09.2023).

Достаточно длительное время обучение проходило одновременно с применением знания (ремесленное обучение), когда «ученик» непосредственно участвовал в процессе применения знания «учителем». И в этом случае знания передавались устно от человека к человеку. Со временем, когда объём знаний и число желающих их получить стали достаточно большими, деятельность по обучению – передаче знаний – выделилась в самостоятельную область человеческой деятельности.

Если объём знаний невелик, их передача даже в устном виде не вызывает затруднений. Однако с ростом объёма знаний и численности людей, которым эти знания нужны, эффективная их передача стала требовать развития способов фиксации знаний, не связанных с конкретным человеком. Именно это, в том числе, дало толчок к появлению письменности, с помощью которой знания можно было фиксировать не только в памяти отдельного человека, но и на «внешних носителях» (камне, глине, дереве, папирусе, бумаге, электронных носителях) и таким образом передавать неограниченному кругу лиц.

Второе следствие увеличения объёмов знаний – необходимость их упорядочения или систематизации с тем, чтобы представить их более компактно и, по возможности, без потерь передавать необходимые объёмы. Систематизацию знаний некоторые авторы определяют как основное отличие научного знания от обыденного [9].

Сейчас обучение, очевидно, – наиболее востребованный вид работы со знаниями. В настоящее время система обучения – это масштабная область деятельности, сопровождающая человека почти с самого рождения. Все современные люди в возрасте 6–15 лет проходят обучение (получают знания). При этом в науку, которую можно считать сектором, профессионально работающим со знаниями, попадает не более 1% всех работающих людей. Очевидно, что это не означает, что оставшиеся 99% не работают со знаниями.

Проблемы современного образования связаны со значительным увеличением объёма знаний, которые необходимы человеку. Очевидно, что эти проблемы невозможно решить в рамках старых образовательных систем, рассчитанных на то, что знаний, полученных при обучении, человеку хватит на всю его жизнь.

Наконец, применение знаний происходит во всех сферах человеческой деятельности (рис. 8). Это может быть как использование в быту, так и в профессиональной деятельности, не связанной напрямую с научной.

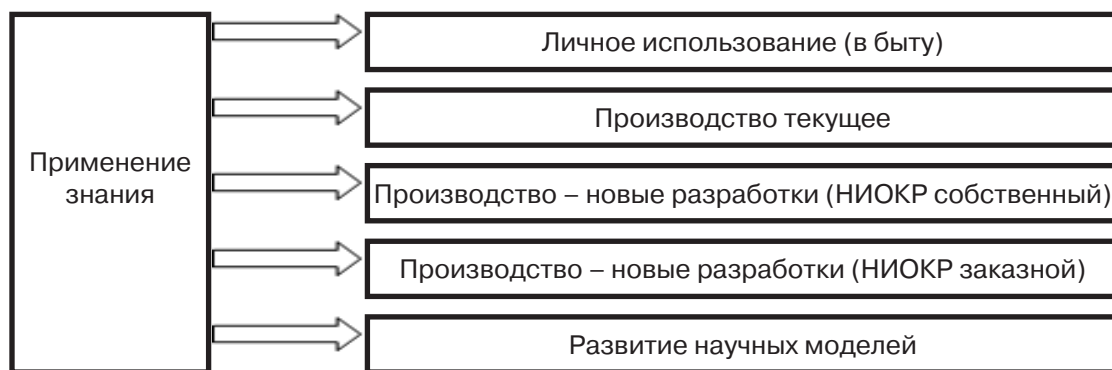


Рис. 8. Направления применения знаний

Особо выделим использование прикладных научных разработок для организации нового производства. Такие разработки могут выполнять заинтересованные в этом производственные организации либо самостоятельно, либо обращаясь к специализированным научным организациям. Ключевым в этом рассмотрении является то, что (опытно-конструкторские) разработки могут выполнять различные организации, как официально связанные с наукой, так и нет.

Приведённые соображения показывают, что в работе со знаниями могут участвовать как специалисты, для которых это является основной деятельностью, так и те, для кого такая работа возникает как вспомогательная и проводится время от времени при возникновении необходимости. В этой связи рассмотрим вопросы возникновения специализации в работе со знаниями более подробно.

3. СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ В РАБОТЕ СО ЗНАНИЯМИ

С развитием любой профессиональной деятельности, её усложнением и ростом масштаба рано или поздно происходит специализация – выделение новых частных профессий из более общих. Для примера можно рассмотреть сельское хозяйство. Если в небольшом хозяйстве (например, подсобном) каждый из работников понемногу занимается всеми видами работ – обрабатывает землю, создаёт и чинит инвентарь, ухаживает за животными и т. д., то в крупных хозяйствах каждый из перечисленных видов деятельности выполняет отдельный, профессионально подготовленный специалист.

С точки зрения экономической целесообразности выделение отдельных профессий обусловлено тем, что на них есть платёжеспособный спрос, и потенциальный (средний) объём платежей за выполнение этих работ позволяет специалисту обеспечить существование себе и своей семье. Если спрос есть, но невелик, у специалиста может быть основной вид деятельности и – параллельно с этим – он может выполнять дополнительные работы по другим специальностям.

Следствием из сказанного является то, что специализация не предполагает, как правило, эксклюзивности в работе с предметом. В качестве бытового примера: строительство дачного домика можно заказать специализированной строительной организации, но при недостатке средств владелец может построить его и сам. При этом строительство многоэтажного дома может выполнять только строительная организация, обладающая соответствующими разрешениями, кадрами, оборудованием и т. п.

По мере развития спроса может выделяться специализация на уровне одного человека, потом появляются группы людей, занимающиеся такой работой, и при дальнейшем развитии появляется специализированная отрасль со своими правилами, стандартами, органами самоуправления и т. п.

В работе со знаниями прослеживается именно эта логика (см. табл. 2). Генерация знаний происходит во всех областях человеческой деятельности,

но в какой-то момент появляется специализированный сектор – экспериментальная наука. Для хранения знаний создаётся система хранения информации, в том числе государственная система научно-технической информации (ГСНТИ), рассчитанная в основном на научные организации. Обучение в настоящее время происходит в основном в специализированных организациях, но всё больше людей занимаются самообразованием и т. д.

Таблица 2

Специализация по отдельным видам работы со знаниями

Вид работы	Основные специализированные сектора
Первичная генерация	Все сектора деятельности, в т. ч. экспериментальная наука
Хранение	Система хранения информации, в т. ч. научно-технической
Систематизация	Наука
Передача	Система образования
Применение	Все сектора деятельности (нет специализации)

Таким образом, в зависимости от масштаба, работа со знаниями может концентрироваться у отдельных людей (учёных), в организациях (университеты, научно-исследовательские институты) и их формальных и неформальных объединениях (научный и образовательный сектора экономики). Очевидно, что работа со знаниями не является исключительной прерогативой организаций научного сектора, различные виды работы со знаниями осуществляются в других секторах.

4. НАУКА КАК ОТРАСЛЬ, ЗАНИМАЮЩАЯСЯ СИСТЕМАТИЗАЦИЕЙ ЗНАНИЙ

Рассмотрим, в чём состоит специфика работы со знаниями в научном секторе.

УРОВНИ СИСТЕМАТИЗАЦИИ

Наука (научный сектор экономики) возникает в результате специализации – выделения части работ со знанием, связанных с *систематизацией знаний*, в специфическую деятельность в интересах других участников. Систематизация знаний проходит несколько уровней (см. табл. 3). На начальном этапе – это набор отдельных фактов или наблюдений, не связанных между собой. Этот уровень систематизации наиболее характерен для обыденного знания.

Следующий этап – классификация знаний, формирование логических связей. Классическим образцом такого уровня систематизации можно счи-

тать периодическую систему химических элементов Д. И. Менделеева, которую в химии считают одним из основополагающих научных достижений. Этот уровень систематизации характерен для профессионального знания (наборы правил, приёмов и т. п.).

Таблица 3

Уровни специализации знаний

Уровень систематизации	Сектора деятельности
Несистематизированные знания (набор фактов)	Все сектора деятельности, в т. ч. экспериментальная наука
Классифицированные наборы фактов	Все сектора деятельности, в т. ч. наука
Абстрактные теоретические модели	Наука, образовательные организации, крупные корпорации

Наконец, уровнем систематизации, который используется почти исключительно в науке, является представление данных в виде теоретических моделей. Именно система моделей представляет пресловутую «научную картину мира», создание которой часто считают основной функцией науки.

НАУЧНЫЕ МОДЕЛИ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ ДЛЯ РАБОТЫ

Рассмотрим, чем модель отличается от простой классификации. Если классификация включает только те элементы, которые известны её автору, то модель может описывать как известные случаи, так и те варианты, которые реально не исследовались. Для того, чтобы предсказать поведение описываемой системы в новых условиях, необязательно проводить реальный эксперимент, а можно рассчитать поведение системы теоретически. В зависимости от полученных данных можно скорректировать условия, когда потребуется реализовать такое состояние на практике.

Это можно переформулировать так: модель обладает предсказательными возможностями. Это свойство моделей активно используется с начала XX века, а с середины XX века появляется такое понятие, как прикладная наука – наука, направленная на расчёт поведения различных систем с целью создания новых продуктов и технологий.

Поскольку научная модель – это самостоятельный объект, его можно изучать, развивать, усложнять независимо от реального мира. То есть научные модели *становятся самостоятельным предметом для работы* отдельных учёных и научных организаций. Развитие моделей, естественно, не может быть инициировано конкретным внешним спросом. Их развитие во многом определяется «любопытством»⁴. В то же время направление проявления любопытства часто инициировалось внешними для науки условиями.

⁴ Известный афоризм Л. А. Арцимовича: «Наука – это удовлетворение личного любопытства за государственный счёт».

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ В НАУЧНОМ СЕКТОРЕ. ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ НАУКА

Работа с моделями – формирование, проверка (верификация), развитие – концентрируется в секторе фундаментальной науки. При этом направления развития моделей могут определяться как внешними факторами, так и собственными интересами учёных (любопытством), а не только внешним спросом.

Предсказательная сила научных моделей, в свою очередь, порождает дополнительный спрос на научные знания со стороны реального сектора. Этот спрос лежит в основе формирования прикладной науки – специализированного сектора, ориентированного в большей степени на удовлетворение внешнего спроса, предъявляемого производственными организациями. Результаты работы прикладного сектора науки используются при разработке новых продуктов, оборудования и технологий для их производства.

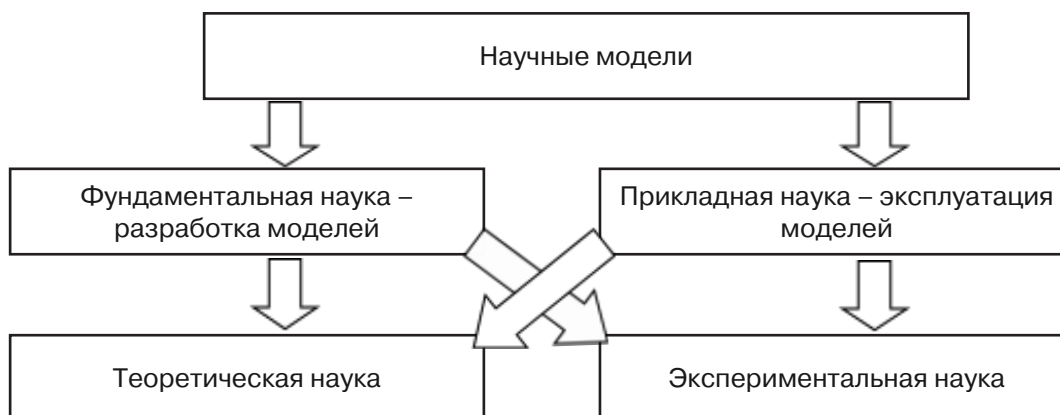


Рис. 9. Модели и специализация в науке

Работа с моделями, в отличие от метода проб и ошибок, позволяет сократить количество исследуемых на практике вариантов и тем самым удешевить поиск новых идей, технологий. Именно это формирует спрос на такого вида работы со стороны реального сектора экономики.

Работа с моделями часто требует получения первичных результатов для их построения – с этим работает экспериментальная наука (см. рис. 9). Теоретическая наука работает непосредственно с моделями, которые часто представляются в виде математических объектов (уравнений, их систем и т. п.). Такая работа может идти как в рамках фундаментальной, так и прикладной науки.

Специализация по фундаментальным или прикладным работам не всегда жёсткая, то есть, в зависимости от ситуации, учёные могут совмещать эти два вида деятельности.

5. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МОДЕЛИ ОПИСАНИЯ НАУКИ

На основе проведённого анализа сформулируем основные положения, которые будут положены в основу модели описания науки как объекта управления.

1. В обществе, экономике, социальной сфере востребованы *знания*, а не наука.
 - 1.1. Работы со знаниями осуществляют все люди и организации, независимо от их принадлежности к учёным и/или науке.
 - 1.2. Основные виды работы со знаниями: первичная генерация, хранение, систематизация, передача, применение.
2. В зависимости от масштаба работа со знаниями может вестись отдельными людьми (учёными и преподавателями), организациями (университетами, научно-исследовательскими институтами, библиотеками) и их формальными и неформальными объединениями (научный и образовательный сектора экономики).
3. Наука (научный сектор экономики) возникает в результате специализации – выделения части работ со знаниями, связанных с их систематизацией, в специфическую деятельность в интересах других участников.
 - 3.1. Основные уровни систематизации знаний включают:
 - несистематизированные знания (набор фактов);
 - классифицированные наборы фактов;
 - абстрактные теоретические модели.
 - 3.2. Основной деятельностью науки (которая в основном концентрируется именно в научном секторе) является систематизация знаний в виде абстрактных научных моделей.
4. Научные модели становятся самостоятельным предметом для работы отдельных учёных и научных организаций.
 - 4.1. Работа с научными моделями концентрируется в секторе фундаментальной науки. Направления развития моделей во многом могут определяться интересами учёных, а не только внешним спросом.
 - 4.2. Научные модели обладают предсказательной способностью и в этом качестве востребованы в других сферах человеческой деятельности (экономике, образовании, социальной сфере).
 - 4.3. Предсказательная сила научных моделей порождает дополнительный спрос на научные знания со стороны реального сектора.
 - 4.4. Спрос на такие знания лежит в основе формирования прикладной науки – специализированного сектора в рамках науки, ориентированного в большей степени на удовлетворение внешнего спроса, предъявляемого производственными организациями, такие знания используются при разработке новых продуктов, оборудования и технологий для их производства.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ НАУКОЙ

Есть несколько альтернативных подходов к управлению научными исследованиями. Эти подходы в связном виде нигде не изложены, различные авторы рассматривают отдельные аспекты системы управления, часто в отрыве от

других взаимосвязанных вопросов. Как следствие этого, рекомендации со стороны экспертного сообщества в области управления наукой строятся не на анализе фактических данных, а на собственных интересах и взглядах экспертов или на анализе зарубежного опыта по отдельным аспектам проблемы, часто без исследования вопросов его применимости в условиях России. В результате политика в управлении наукой формируется хаотически на основе смешения различных взглядов (моделей) на устройство и функции науки.

Что касается уровня научных исследований в области управления наукой, здесь есть довольно много феноменологических описаний, но, как правило, нет теоретического обобщения происходящих процессов. В нашей терминологии – уровень систематизации в области исследования управления научным сектором находится на этапе сбора отдельных фактов и частично их классификации, а не «объяснения» на основе сформированной в явном виде модели происходящих процессов.

Основной базой для классификации существующих моделей являются различия в подходах к ответу на вопрос о движущих силах развития науки и общества. Имеются два факта:

1. Человечество в целом развивается поступательно, ускоряясь в новейшее время.
2. Наука также развивается, ускоряясь в новейшее время.

Можно сформулировать вопрос о том, насколько связаны или взаимозависимы эти два процесса. Вопрос, на который в том или ином виде должны дать ответ различные модели описания развития науки и её роли в общественном развитии, имеет несколько вариантов ответа:

- 1) Два процесса взаимосвязаны, наука выполняет определённые виды работ, обеспечивающие общее развитие. Ни один из названных процессов не является определяющим или ведущим по отношению к другому (вопрос сродни вопросу о том, что появилось раньше – яйцо или курица). Назовём эту модель *взаимосогласованной моделью науки* (ВСМН).
- 2) Достижения науки лежат в основе прогресса в развитии человечества. Скорость развития человечества определяется масштабом научных исследований. Назовём эту модель *наукоцентрической моделью науки* (НЦМН).
- 3) Развитие науки следует за развитием экономики. Наука описывает и фиксирует достижения, которые рождаются в реальном секторе. Скорость развития человечества определяется развитием реального сектора, а не науки. Наука выполняет заказы реального сектора. Назовём эту модель *сервисной моделью науки* (СМН).
- 4) Поступательное развитие человечества и науки является случайным совпадением, процессы в науке и реальном секторе не взаимосвязаны. Этот вариант включён для полноты и не имеет сторонников, поэтому дальше рассматриваться не будет.

В научном сообществе России наибольшее количество сторонников – у наукоцентрических взглядов. Наиболее полное изложение такого подхода можно найти в работах В. В. Иванова [11]. Наиболее радикальное утверждение – в сборнике «В защиту науки» [12] – звучит так: «Лишь колесо (и

отчасти паровая машина) возникли без помощи науки». Поскольку прямое сравнение с выше сформулированными положениями взаимосогласованной модели провести не представляется возможным, приведём несколько тезисов, сформулированных в работе [11] и характеризующих НЦМН:

«Знания можно представить как разновидность капитала. Тогда потенциал развития экономики определяется имеющимся запасом знания, а также возможностью их постоянной генерации и использования для инновационных преобразований...

Параллельно с развитием промышленности происходит формирование науки как самостоятельной отрасли и её разделение на фундаментальную и прикладную.

Фундаментальная наука ориентирована на получение новых знаний о процессах мироздания, законах развития природы, человека и общества...

Результаты фундаментальных научных исследований используются для разработки новых технологий, создают базу для формирования и развития новых отраслей экономики.

Задача прикладной науки – доведение результатов фундаментальных исследований до практических разработок, технологий, образцов продукции. Результаты прикладных исследований – конкретные технологии и образцы продукции, имеющие рыночную цену» [11].

Таким образом, в соответствии с НЦМН, в основе развития лежат фундаментальные исследования, а прикладная наука в основе своей деятельности ориентируется не на спрос реального сектора, а на фундаментальные разработки.

Сервисная модель проработана гораздо более слабо. В её обоснование можно привести известную цитату Ф. Энгельса: «Если, как Вы утверждаете, техника в значительной степени зависит от состояния науки, то в гораздо большей мере наука зависит от состояния и потребностей техники. Если у общества появляется техническая потребность, то это продвигает науку вперёд больше, чем десяток университетов. Вся гидростатика (Торричелли и т. д.) была вызвана к жизни потребностью регулировать горные потоки в Италии в XVI и XVII веках. Об электричестве мы узнали кое-что разумное только с тех пор, как была открыта его техническая применимость. В Германии, к сожалению, привыкли писать историю наук так, как будто бы науки свалились с неба»⁵. Вряд ли Ф. Энгельс был крайним сторонником сервисной модели, но приведённая цитата достаточно полно характеризует этот подход.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование моделей в научных исследованиях – это рутинный процесс. С моделями, описывающими различные процессы управления в других отраслях, можно ознакомиться в достаточно обширной литературе. Экспертные рассуждения о роли и месте науки в обществе также ведутся явно или неявно

⁵ Ф. Энгельс – В. Боргиусу. В Бреславль. Лондон, 25 января 1894 г. // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 39. М.: Изд-во политической литературы, 1966. С. 174.

с использованием некоторых представлений об её устройстве. Вся философия науки XX века – это, по существу, обсуждение гипотез авторов по отдельным вопросам устройства и функционирования науки.

Модель управления наукой, которая, в частности, должна давать ответы на вопросы – кто и как должен определить, сколько денег необходимо выделить на развитие научных исследований, кто и на основании каких соображений должен определять направления исследований, – нигде в такой постановке не обсуждалась, хотя выступлений и обсуждений на эту тему проводится достаточно много. Подробный разбор этих дискуссий и моделей, принимаемых при этом за основу, не является целью данной статьи, хотя может представлять несомненный интерес с точки зрения истории науки.

Было бы правильно называть высказывания в рамках выше сформулированных моделей гипотезами, которые требуют верификации. В имеющихся работах адепты двух этих моделей считают выводы, которых они придерживаются, более или менее очевидными, и не акцентируются на анализе аргументов за или против. Тем не менее научный подход к формированию модели управления должен показать, как можно подтвердить или опровергнуть сформулированные модели. Во-первых, для этого можно рассмотреть, насколько связано развитие стран с затратами на науку в целом и фундаментальную науку в частности. Во-вторых, можно проанализировать историю развития науки в разные периоды и соотнести развитие науки и экономики в разные эпохи.

В следующей статье будут рассмотрены несколько примеров по межстрановым сопоставлениям и проанализированы данные по состоянию науки при переходе от СССР к постсоветской России. Отметим, что реконструкция взглядов сторонников наукоцентрической и сервисной моделей по частным вопросам, на которые должна давать ответы модель, претендующая на описание подходов к управлению научным сектором, из отдельных высказываний не является целью данного исследования. По мере рассмотрения таких вопросов мы будем обсуждать применимость каждой из трёх моделей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Семёнов Е. В. Государственная научно-технологическая политика в современной России: замысел и реализация // Управление наукой: теория и практика. 2019. Т. 1, № 1. С. 51–71. DOI 10.19181/smtp.2019.1.1.1. EDN GETAMM.
2. Семёнов Е. В. Производство показателей как механизм подавления производства знаний, технологий и компетенций // Управление наукой: теория и практика. 2020. Т. 2, № 1. С. 69–93. DOI 10.19181/smtp.2020.2.1.4. EDN XPOPJR.
3. Тамбовцев В. Л. О научной обоснованности научной политики в РФ // Вопросы экономики. 2018. № 2. С. 5–32. DOI 10.32609/0042-8736-2018-2-5-32. EDN YOVR LG.
4. Шепелев Г. В. Об управлении российской наукой // Управление наукой: теория и практика. 2020. Т. 2, № 2. С. 65–92. DOI 10.19181/smtp.2020.2.2.3. EDN LAEOWU.
5. Шепелев Г. В. О приоритетах научно-технологического развития // Управление наукой: теория и практика. 2020. Т. 2, № 3. С. 16–36. DOI 10.19181/smtp.2020.2.3.1. EDN JJKKIP.

6. Шепелев Г. В. Наука в системе экономики // Управление наукой: теория и практика. 2020. Т. 2, № 3. С. 70–90. DOI 10.19181/smtp.2020.2.3.4. EDN FDMBMD.
7. Шепелев Г. В. Об оценке результативности научных исследований // Управление наукой: теория и практика. 2021. Т. 3, № 4. С. 123–145. DOI 10.19181/smtp.2021.3.4.15. EDN QEEDZJ.
8. Леви-Строс К. Тотемизм сегодня. Неприрученная мысль / пер. с фр. А. Б. Островского. М. : Академический Проект, 2008. 520 с.
9. Берг Л. С. Наука, её содержание, смысл и классификация. Петроград : Время, 1922. 138 с.
10. Родина Л. Л., Николаева Н. В., Пономарёв А. И. Из истории университетов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Физика и химия. 2015. Т. 2 (60). Вып. 4. С. 405–427. EDN VIYURJ.
11. Иванов В. В. Инновационная парадигма XXI. 2-е изд., доп. М. : Наука, 2015. 383 с.
12. Ефремов Ю. Н. Естествознание и квазифилософия // В защиту науки : бюллетень. № 1. М. : Наука, 2006. С. 122–137.

Статья поступила в редакцию 03.10.2023.

Одобрена после рецензирования 30.10.2023. Принята к публикации 27.11.2023.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Шепелев Геннадий Васильевич *shepelev-2@mail.ru*

Кандидат физико-математических наук, ведущий специалист, Научно-образовательный центр «Кузбасс», Кемерово, Россия

AuthorID РИНЦ: 567080

DOI: 10.19181/smtp.2023.5.4.4

A MODEL FOR DESCRIBING THE MANAGEMENT PROCESSES IN THE SCIENTIFIC SECTOR. FUNDAMENTAL PRINCIPLES

Gennady V. Shepelev¹

¹Research and Academic Centre “Kuzbass”, Kemerovo, Russia

For citation: Shepelev, G. V. (2023). A model for describing the management processes in the scientific sector. Fundamental principles. *Science Management: Theory and Practice*. Vol. 5, no. 4. P. 71–90. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2023.5.4.4.

Abstract. A model has been developed to describe the management processes in the scientific sector. The model is based on the analysis of various types of work with knowledge (generation, storage, transfer, systematization and use). The scientific sector is considered as a sector of the economy specializing in the systematization of knowledge, in particular the development of scientific models of various phenomena. Because of their nature, scientific

models are abstractions and can be an independent subject for research that is only indirectly based on the demands of the real economy. Scientific models also have predictive capabilities. This is the basis for their use in applied research. Thereby, using the developed management model, we show that the scale and specialization profiles of the scientific sector depend on the needed volume of work with knowledge. Specialization in working with knowledge is not absolute, because in addition to specialized institutions, organizations that are not scientific in the legal sense and individual specialists who work beyond the scientific sector can also do such work. Alternative models implicitly used in the management of the scientific sector are considered.

Keywords: scientific sector, management model for the scientific sector, knowledge, types of work with knowledge, systematization of knowledge, specialization in working with knowledge

Acknowledgment: The work was carried out with the support from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Agreement No. 075-10-2022-115 dated 28.09.2022, “Development and Implementation of an Effective Management System for Research, Innovation, Production and Launch of New Products on the Basis of Scientific and Industrial Partnership of Scientific and Educational Organizations and Real Business”.

REFERENCES

1. Semenov, E. V. (2019). Public science and technology policy in modern Russia: Idea and implementation. *Science Management: Theory and Practice*. Vol. 1, no. 1. P. 51–71. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2019.1.1.1.
2. Semenov, E. V. (2020). Production of indicators as a mechanism for suppression of production of knowledge, technology and competencies. *Science Management: Theory and Practice*. Vol. 2, no. 1. P. 69–93. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2020.2.1.4.
3. Tambovtsev, V. L. (2018). On scientific validity of Russian science policy. *Voprosy Ekonomiki*. No. 2. P. 5–32. (In Russ.). DOI 10.32609/0042-8736-2018-2-5-32.
4. Shepelev, G. V. (2020). On the governance of Russian science. *Science Management: Theory and Practice*. Vol. 2, no. 2. P. 65–92. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2020.2.2.3.
5. Shepelev, G. V. (2020). On priorities of scientific and technological development. *Science Management: Theory and Practice*. Vol. 2, no. 3. P. 16–36. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2020.2.3.1.
6. Shepelev, G. V. (2020). Science and economy interrelation. *Science Management: Theory and Practice*. Vol. 2, no. 3. P. 70–90. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2020.2.3.4.
7. Shepelev, G. V. (2021). On the evaluation of the effectiveness of scientific research. *Science Management: Theory and Practice*. Vol. 3, no. 4. P. 123–145. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2021.3.4.15.
8. Lévi-Strauss, C. (2008). *Le Totémisme aujourd’hui. La Pensée sauvage* [Russ. ed.: Totemizm segodnya. Nepriurchennaya mysl’]. Transl. from French by A. B. Ostrovsky. Moscow : Akademicheskij Proekt, 2008. 520 p. (In Russ.).
9. Berg, L. S. (1922). *Nauka, ee sodержanie, smysl i klassifikatsiya* [Science, its content, meaning and classification]. Petrograd : Vremya. 138 p. (In Russ.).
10. Rodina, L. L., Nikolaeva, N. V. and Ponomarev, A. I. (2015). History of universities. *Vestnik of Saint Petersburg University. Physics and Chemistry*. Vol. 2 (60), issue 4. P. 405–427. (In Russ.).

11. Ivanov, V. V. (2015). *Innovatsionnaya paradigma XXI* [Innovation paradigm XXI]. 2nd ed. Moscow : Nauka. 383 p. (In Russ.).
12. Efremov, Yu. N. (2006). Estestvoznaniye i kvazifilosofiya [Natural science and quasi-philosophy.] In: *V zashchitu nauka* [In defense of science] : A bulletin. No. 1. Moscow : Nauka. P. 122–137. (In Russ.).

The article was submitted on 03.10.2023.

Approved after reviewing on 30.10.2023. Accepted for publication on 27.11.2023.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Gennady V. Shepelev *shepelev-2@mail.ru*

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Leading Specialist, Research and Academic Centre "Kuzbass", Kemerovo, Russia

AuthorID RSCI: 567080