



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

Г. А. Самко

А. С. Сай

**ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Методическое пособие

Часть 1

**Минск
БНТУ
2014**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

Г. А. Самко
А. С. Сай

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методическое пособие
для студентов специальностей 1-37 01 06
«Техническая эксплуатация автомобилей»
и 1-37 01 07 «Автосервис»

В 3 частях

Часть 1

Минск
БНТУ
2014

УДК 378.147.85(075.8)

ББК 74.58

C17

Рецензенты:

Е. Л. Савич, М. И. Жилевич

Самко, Г. А.

C17 Основы научных исследований и инновационной деятельности : методическое пособие для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей» и 1-37 01 07 «Автосервис» : в 3 ч. / Г. А. Самко, А. С. Сай. – Минск : БНТУ, 2014– . – Ч. 1. – 2014. – 72 с.

ISBN 978-985-550-047-7 (Ч. 1).

В пособии рассмотрены методологические аспекты современных научных исследований, основополагающие положения инновационной деятельности, актуальные вопросы математизации и информатизации науки, взаимосвязи научных исследований, творчества и инноваций, теории и эксперимента, также отражена специфика научно-исследовательской, самостоятельной и инновационной деятельности студентов. Издание предназначено для студентов специальностей «Техническая эксплуатация», «Автосервис» и может быть полезно студентам, магистрантам и аспирантам других технических и экономических специальностей.

УДК 378.147.85 (075.8)

ББК 74.58

ISBN 978-985-550-047-7 (Ч. 1)

ISBN 978-985-550-048-4

© Самко Г. А., Сай А. С., 2014

© Белорусский национальный
технический университет, 2014

Введение

Научно-технический и социальный прогресс предполагает развитие и повышение эффективности научных исследований и инновационной деятельности. Объективными условиями достижения этих целей являются реализация принципов гуманности основ общества, гармонизация организационного взаимодействия образования, науки, инноваций и производства на основе сотрудничества, координации и взаимного дополнения. Объединяющими началами для этих сфер являются:

человек как потенциальный создатель и носитель научных и инновационных идей и программ;

знания, в том числе знания внешней среды, ключевые компетенции и концептуальные знания, которые являются движущими силами при создании инновационных проектов, технологий, систем и процессов;

производство и экономика как заказчики и потребители результатов научной и инновационной деятельности, с одной стороны, и ее источники – с другой.

Задачей оптимизации этого взаимодействия является выработка общих критериев эффективности научной и инновационной деятельности в целом и специальных показателей качества в каждой из сфер. Формирование таких критериев и показателей неотделимо от методов их достижения и обеспечения. При этом важен не только и не столько рост объемов научной и инновационной деятельности, сколько значительные количественные и качественные изменения. Признаками таких изменений являются:

получение новых качеств и свойств, отличных от прежних;

повышение роли информационных функций, включая управленческие;

дифференциация и интеграция инновационных процессов.

В свою очередь, это является залогом реализации инновационных процессов как динамической последовательности действий по обеспечению зарождения, преобразования и использования инновационных идей для создания новых потребительских качеств и благ, получения прибыли, достижения высокой конкурентоспособности товаров и услуг, стабильности развития общества, обеспечения высокого уровня жизни.

1. МЕТОДОЛОГИЯ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

Прогресс современной науки, отчасти позволивший ей решить, а отчасти поставить на очередь решение ряда важнейших общественных и технических проблем, превратил ее в одну из основных непосредственных производительных сил общества. Это, в свою очередь, стимулировало создание своего рода науки о науке, включающей изучение исторических, методологических и организационных вопросов ее развития.

Прогресс науки и техники в условиях социально ориентированной системы хозяйства позволяет наиболее эффективно использовать богатства и силы природы в интересах народа, открывать новые виды энергии и создавать новые материалы, разрабатывать методы воздействия на климатические условия, овладевать космическим пространством. Применение науки становится решающим фактором роста производительных сил общества. Современная наука наряду с работой по развитию всего комплекса отдельных важных научных направлений также выдвигает на первый план специальное исследование общих для науки проблем.

В основном наука развивается по закону, отображающему логичность научного мышления. Главенствующую роль играют законы логики. Научное творчество протекает, как правило, в сфере сознательного мышления ученого.

Под понятием «наука» имеются в виду все отрасли науки, взятые в их органическом единстве: и общественные, и естественные, и частные, и общие, и технические, и теоретические; причем эта целостность системы науки является ключом к пониманию всего предшествующего ее развития.

Какую же систему представляет собой наука? Нередко науку характеризуют как систему знаний, отождествляют ее с имеющимися теориями, математическими формулами, проектами, т. е. с готовым научным знанием. Знание, однако, еще не есть наука, точно так же как человек знающий, еще не есть ученый. Только создавая новое знание человек приобщается к науке.

Знания – это продукт науки и в то же время ее сырой материал, вновь вовлекаемый в научную деятельность подобно продукту и сырью материального производства.

Сущность науки заключается не в познанных уже истинах, а в их поиске, в экспериментально-исследовательской деятельности, направленной на познание и использование законов природы и общества. Наука в целом есть диалектическое единство фактического материала (знаний), ее законов и принципов, гипотез и гносеологических выводов.

В печати дискутируется вопрос о том, что такое наука, куда ее следует отнести: к базису или надстройке, к общественному сознанию или общественному бытию, к всецело идеальным или материально-техническим, производственным факторам.

Наиболее распространенная точка зрения заключается в том, что наука является (целиком или преимущественно) формой общественного сознания, системой знаний, элементом духовной культуры; что она входит в надстройку.

В действительности современная наука, пронизывая все сферы общественной деятельности, оказывается столь сложным явлением, что никак не может быть ограничена рамками форм общественного сознания. Форму общественного сознания научные знания приобретают только тогда, когда научное исследование завершено, его результаты доказаны и общепризнаны, когда из лабораторий и специальных научных изданий они переходят на страницы учебников, энциклопедий и справочников. Продукт научной деятельности, став элементом общественного сознания, как правило, вновь вовлекается в сферу научного производства, служит исходным материалом для выработки новых знаний.

Наука не является лишь сферой деятельности «чистого мышления». Мысль ученого выступает в материально воплощенных формах. Формы материализации научной мысли образуют определенную логическую последовательность, в принципе соответствующую их историческому генезису.

Научные идеи по своей природе инновационные и воплощаются: в языке, разговорной речи;

письменном (словарном) выражении – в записях, конспектах, статьях, книгах;

количественно-графическом выражении – в статистических подсчетах, математических формулах, конструкторских чертежах, разработках, проектах и т. п.;

эксперименте и экспериментальных моделях;

технических, технологических, экономических и социально-политических преобразованиях.

Эта схема весьма приближительна, в действительности же дело обстоит гораздо сложнее.

Помимо того что наука всегда существует в материально воплощенных формах, она, как отрасль общественной деятельности, как производство знаний, имеет свой материальный объект и свои «орудия производства». Объектами науки являются природа, общество и мышление. Ее «орудия» – это способы познающего мышления, методы и приемы познания (анализ, синтез, индукция, дедукция, абстрагирование, восхождение от абстрактного к конкретному), а также инструменты научных экспериментов в виде материальной техники науки (от элементарных лабораторных приборов до крупнейших комплексов типа синхрофазотрона и экспериментальных заводов).

Если понимать науку как исследовательскую, поисковую деятельность, то на первый план в ней выступают не полученные знания, а метод их получения. Знания в сфере науки представляют духовную и материальную ценность не только сами по себе, но (что очень важно) и как средство, орудие получения новых знаний. В этом (методологическом) смысле научные знания – такое же средство в производстве духовном, каким является техника в производстве материальном. В этом же смысле наука, по выражению К. Маркса, «всеобщая производительная сила общественного мозга», как бы искусственный орган познания, в то время как техника – искусственный орган практической деятельности человека.

Если перед техникой ставится задача непосредственного преобразования природы, то наука имеет своей целью мысленное преобразование природы. Техника – это предметно воплощенный и общественно закрепленный способ изготовления чего-либо, научное знание – способ понимания того, как это изготовить.

Остановимся на характеристике структурных звеньев пути от науки к производству. Сначала идут «дологические» предпосылки исследования. В ряде случаев сюда относится деятельность мышления, включая воображение, интуицию, которые, как свидетельствует история открытий, служат импульсом научного творчества. Процесс производства нового продукта, нового технологического метода имеет своей предпосылкой наличие новой научной идеи. Эта идея, в свою очередь, имеет исток в «дологической» работе мышления ученого.

Резюмируя свои рассуждения о роли воображения и интуиции в научном познании, французский физик де Бройль (лауреат Нобелевской премии 1929 года, один из основателей квантовой механики) справедливо отметил поразительное противоречие, а именно, что человеческая наука, рациональная в своих основах и по своим методам, может осуществлять свои наиболее замечательные завоевания лишь путем опасных, внезапных скачков ума, когда появляются способности, освобожденные от тяжелых оков строгого рассуждения, которые называют воображением, интуицией, остроумием.

Затем следуют собственно исследования, т. е. выработка таких гипотез, концепций, теорий в конкретных областях научной деятельности, которые в конечном итоге могут послужить основой для создания новых, а также для усовершенствования существующих изделий, материалов и технологических процессов. Ученый всегда должен представлять цели науки, однако он не всегда может точно представить все практические последствия познания истины.

Вопрос о практическом использовании результатов исследования обретает определенность на стадии прикладных исследований. Последние направлены на выявление путей и способов применения познанных законов и явлений природы для целей производства и характеризуются более или менее высокой степенью уверенности в успехе заранее запланированных и ведущихся в определенном аспекте работ.

Следующее звено характеризуемого процесса – опытно-конструкторские работы. Здесь результаты, полученные в прикладных исследованиях, подвергаются дальнейшей разработке с целью конструирования, испытания и усовершенствования технических устройств, новых технологических процессов и т. д. Иными словами, на этой стадии начинается внедрение научных достижений в производство.

Кончается ли на этом научно-исследовательский процесс? Оказывается, нет. Даже после того как новое изделие вступило в стадию массового производства (или новая технология уже внедрена), оно нуждается в заботе исследовательской организации.

Замыкающим структурным звеном цепи, связывающей науку с производством, является промышленное производство.

Научный труд нелегко измерить с помощью закона стоимости. Очень трудно «взвешивать» обычный продукт широкого потреб-

ления и научного творчества на одних и тех же весах, применять к ним один и тот же критерий общественно необходимого рабочего времени.

Научное производство не есть массовое производство, его продукт почти всегда является единичным, неповторимым в своей специфичности (при последующем воспроизводстве однажды сформулированной идеи, т. е. при ее усвоении, популяризации, применении, речь уже будет идти не о сфере науки).

Труд ученого почти не поддается регламентации временем. Процесс научного поиска крайне трудно вписать в рамки регламентированного рабочего дня. Специфика интеллектуальной деятельности в отличие от обычного (рядового) физического труда состоит, в частности, в том, что границы ее практически очертить нельзя или очень трудно. Обычный работник чаще всего перестает трудиться в тот момент, когда он выходит с предприятия, из учреждения. Ученый же сознательно или подсознательно продолжает работу над мучающей его проблемой и за обедом, и во время отдыха, развлечений, и даже во сне. Труд ученого протекает не по обычным законам рабочего времени. Конечно, иногда в небольшой степени, а иногда и очень во многом эта характеристика может относиться и к физическому, и к обычному умственному труду. Вообще же черты интеллектуального труда в той или иной степени проявляются почти в каждом виде и физического и умственного труда. Во многом это зависит и от социальных условий общества. Для научного творчества едва ли может существовать общественно необходимое рабочее время. Научное творчество, несмотря на свой общественный характер и на то, что оно может принимать форму коллективного творчества, в своей сущности во многом индивидуально.

Трудно измерить даже это индивидуальное время, необходимое для выработки научной идеи и охватывающее всю предшествующую жизнь ученого, начиная от постижения первой мысли в этом направлении. Общественная ценность научной идеи не идет ни в какое сравнение с теми индивидуальными затратами времени и усилий, которые потребовались для ее рождения. Общественная ценность научной идеи обнаруживается после того, как она становится всеобщим достоянием, но именно с этого момента она, как правило, уже теряет стоимостную ценность.

Научная истина, научная теория в принципе не знают национальных и политических границ, будучи открыты и обнародованы они становятся достоянием всего человечества. Интернациональный характер науки обнаруживается и в том, что для осуществления многих исследовательских задач (в космосе, биосфере и т. д.) требуется объединение усилий всего человечества.

Наука сегодня – это система знаний о природе, обществе и мышлении, которые возникают, проверяются, постоянно уточняются, классифицируются и систематизируются на основе практики и используются в производственной и других сферах деятельности общества. Не всякие знания составляют науку. Познание в своем историческом развитии становилось научным по мере того, как оно раскрывало законы развития явлений и приобретало систематизированный характер. Научные знания раскрывают сущность явлений, объективные законы их развития вместе с тем являются упорядоченными системами понятий, суждений, доказательств, теорий и других элементов логической структуры. Наука требует строгой доказательности своих положений и выводов. В ней, как процессе выработки научных знаний, происходит:

- аккумуляция знаний в результате наблюдений, экспериментов и других видов практики, а также сформулированных и проверенных научных положений, законов, теорий;

- выделение и выдвижение проблем, задач, гипотез, которые требуют обоснования, решения, доказательства;

- разработка общих и частных методов;

- внедрение научных достижений в производство и иную практику, что обеспечивает проверку их истинности и дальнейшее развитие.

Наука как вид общественной деятельности включает подготовку и воспитание научных кадров, создание научных организаций и заведений с их материально-технической базой, организацию научных исследований.

На направление и темпы развития науки, на использование ее достижений влияют многие социальные факторы:

- экономическая структура общества в целом и материально-производственная практика в частности;

- общественно-политическая деятельность людей;

- господствующее мировоззрение;

- уровень материальной и духовной культуры;

- внутреннее логическое построение теорий и др.

Как система знаний, которая объясняет сущность вещей, а также как форма общественного сознания наука возвышает человека, дает ему возможность предвидения и преобразования действительности, открывает объективные законы развития явлений мира, обеспечивает их использование в интересах общества.

Закономерностями развития науки являются:

– определяющая роль общественно-исторической практики, которая ставит перед познанием задачи, стимулирует их решение, обеспечивает проверку истинности приобретенных знаний и их использование;

– связь науки с производством. Научные открытия, особенно в естествознании, не только невозможны без производственной практики, но и бесполезны без применения в производстве; производство определяет цели познания определенных явлений, обеспечивает науку техническими средствами, инструментами, экспериментальной базой и др., проверяет результаты поисков, предопределяет их перспективы;

– относительная самостоятельность в развитии науки. В условиях когда наука становится производительной силой, относительная самостоятельность в ее развитии проявляется в том, что она опережает производство, становится его предпосылкой и двигателем; прогресс технического развития общества преобразуется в научно-технический прогресс;

– преемственность идей и принципов, поступательность развития в сочетании с периодами резкой смены, усовершенствования и даже крутой ломки старых идей и понятий;

– взаимодействие и взаимосвязь всех отраслей знаний, проникновение методов одних наук в другие;

– возникновение новых проблем пропорционально достигнутым открытиям;

– повышение роли абстрактных, логико-математических и других знаковых моделей в познании;

– обязательное обсуждение спорных вопросов, конкуренция мыслей и идей, их взаимное дополнение в процессе научного творчества.

Превращение науки в производительную силу возможно при следующих условиях:

достаточном уровне развития самих знаний, который не только объясняет явления природы и общества, но и создает и преобразовывает производство;

высоком уровне технической оснащенности производства, при котором научные открытия становятся основой использования мощных альтернативных источников энергии, сырья, инновационных процессов;

создании и широком применении автоматике и передовых технологий, увеличении производительности труда и эффективности производства.

Методология и мировоззрение представляют собой духовные начала в науке. Это прежде всего методы и приемы мышления научного познания. Мировоззрение есть сознательное понимание философских вопросов и предмета науки в отличие от стихийного правильного понимания лишь предмета науки.

В наше время методологические и мировоззренческие проблемы современной науки приобрели исключительное значение. Новый характер отношения философии к науке, обусловленный уровнем познания, не только не ослабил, а, наоборот, усилил взаимосвязь науки с научной философией.

Философия и наука стали едины в сфере мировоззрения, так как мировоззрение стало научным, а наука – мировоззренческой.

Наука на ее современном уровне проникновения в глубинные процессы, открытия фундаментальных законов, формулирования обобщающих теорий выдвигает философские проблемы, требующие научной теории и метода познания. На современном этапе развития науки в процессе проникновения науки в целом и ее отдельных отраслей в новые области природы, в самой науке возникают проблемы, которые вначале являются философскими проблемами естествознания. Значительно повысилась роль философии в связи с изменением положения науки в обществе, усилением роли науки и ее влияния на все стороны общественного прогресса.

Наука, развиваясь в течение многих столетий, создала целую систему понятий и категорий о различных сторонах, закономерностях и явлениях объективного мира, которые наряду с законами и теориями фиксируют и закрепляют достигнутый уровень познания мира и исходные ступени дальнейших исследований.

Определение понятия «наука» несет в себе те трудности, которые всегда имеют место при определении коренных, первичных и в то же время чрезвычайно сложных понятий.

Имеющиеся многочисленные дефиниции понятия науки или уже устарели, или раскрывают только какую-то одну сторону и не применимы к науке как общественному явлению в целом.

Существуют различные, нередко даже несколько противоречивые определения науки. Так, в Большой советской энциклопедии (второе издание) написано: «Наука – сложившаяся и непрерывно развивающаяся система знаний... Результат многовекового развития познавательной деятельности». В философском словаре наука определяется как «совокупность знаний о природе, обществе и мышлении, накопленных в ходе общественно-исторической жизни».

Б. Рассел дал такое лаконичное определение: «Наука есть то, что мы знаем». Однако то что мы знаем, это скорее не наука, а то что дало нам образование, в том числе и самообразование. Поэтому более соответствующем истине о том, что есть «наука», будет утверждение, что «наука есть то, что неизвестное делает известным», причем неизвестное в данном случае является неизвестным не для конкретных субъектов, а для человечества вообще. Развивая эту мысль, можем записать, что «наука это то, что неизвестное делает известным, открывает новые свойства и явления, раскрывает тайны природы и мироздания, проникает в сущность явлений, реконструирует прошлое, преобразует настоящее и прогнозирует будущее». Осталось ответить на вопрос, что такое это – «то». То – это достижения человеческого разума и общества в виде методов, структурированных систем и процессов идеального порядка, имеющих материальное воплощение. В итоге получаем следующее определение науки: «Наука – это методы, структурированные системы и процессы идеального порядка, имеющие материальное воплощение, являющие собой достижение человеческого разума, общества и цивилизации, открывающие неизвестное, новые свойства и явления, раскрывающие тайны природы (в том числе человеческой) и мироздания, проникающие в сущность бытия и небытия, реконструирующие прошлое, преобразующие настоящее и прогнозирующие будущее».

Можно было бы привести еще много определений, принадлежащих различным ученым, но, очевидно, более важно выяснить те принципы, из которых исходят их авторы. Если отбросить чисто идеалистические точки зрения на науку, то все авторы едины во взглядах на ее предмет: это законы природы, общества и мышления.

Различия начинаются, как только пытаются определить содержание науки, ее связь с другими общественными явлениями.

Разные определения науки логически приводят их авторов к различному пониманию общественной функции и роли науки, а также составляющих элементов самой науки. Для одних наука – это область знаний, т. е. факты, теории и законы, гипотезы и методы их получения. Другие же помимо знаний включают в науку и средства познания (научное оборудование, лаборатории, экспериментальные базы и т. д.).

Многообразие точек зрения в определении науки объясняется двумя обстоятельствами:

во-первых, общественно-исторической изменчивостью содержания науки в разные эпохи истории человечества и вытекающим отсюда различием роли науки в жизни общества. Так, например, в период своего зарождения наука включала в себя элементарные знания и только-только складывающуюся, во многом примитивную их систематизацию. Соответственно и роль науки была почти исключительно прикладной: она обслуживала потребности общества самым непосредственным образом (расчеты при строительстве сооружений, данные для ориентировки кораблей в открытом море, простейшие предсказания погоды и т. п.). После эпохи Возрождения, т. е. с периода возникновения современной науки, научные знания постепенно объединяются в определенные системы и сама наука таким образом становится системой знаний. Выражение «наука – это знания, приведенные в определенную систему» принадлежит И. Канту;

во-вторых, многогранностью науки как общественного явления, многогранностью ее функций и связей с другими общественными явлениями. Именно поэтому трудно дать лаконичную, общую и вместе с тем исчерпывающую характеристику науки на всех этапах ее развития для всех общественных формаций. Д. Бернал в связи с этим пишет: «...наука так стара, на протяжении своей истории она претерпела столько изменений, что любая попытка дать определение науки, а таких имеется немало, может выразить более или менее точно лишь один из ее аспектов, и часто второстепенный, существовавший в какой-то период ее развития».

Поэтому при определении понятия «наука», возможно, следует исходить из таких принципов:

1) попытаться дать понятие современной науки и на этой основе выявить то главное, что присуще ей на всех этапах ее истории;

2) в понятии «наука» основным должно быть раскрытие ее общественной функции и роли среди других общественных явлений;

3) определить способы, методы и средства осуществления науки ее общественной роли в прогрессе общества;

4) раскрыть связи науки с другими общественными явлениями – производством, экономикой, политикой и идеологией.

Исходя из этого, науковед Д. М. Трошин предлагает такое определение науки:

«Наука – специфическое общественное явление, функция которого – обслуживание общества знаниями об окружающем мире, раскрытие законов природы и общества, разработка и внедрение способов и средств их использования в практической деятельности людей. В процессе осуществления этой функции наука совершенствуется: разрабатывает и углубляет теорию и методы познания, создает новые средства исследования, без чего она не может выполнять своей общественной роли. Через предмет исследования, средства и методы познания наука вступает в непосредственную связь с производством и другими сторонами общественной жизни, все более полно превращаясь в непосредственную производительную силу, оказывая влияние на экономику и политику, будучи сама, в свою очередь, зависима от них. Через научные теории наука связана с идеологией, так как служит основой для формирования мировоззрения людей».

Наука может рассматриваться как форма систематического познания действительности, возникающая и развивающаяся на основе общественно-исторической практики и отражающая законы и существенные стороны объективного мира в адекватной им абстрактно-логической форме понятий, категорий и законов.

Формы научной работы классифицируются (по ЮНЕСКО) следующим образом.

Чистое теоретическое исследование (чаще индивидуальное) – глубокий поиск новых явлений.

Целенаправленное теоретическое исследование – разрешение проблем, которые природа ставит перед человечеством, причем цель работы задана; дает расширение знаний без (пока) их утилитарного применения.

Прикладное исследование – продолжение теоретического исследования для решения целенаправленных задач, связанных с удовлетворением нужд производства.

Научная разработка (последняя стадия в цепи научных исследований) – это использование предыдущих результатов исследований для перехода к конкретным формам их применения. Эта стадия обеспечивает видимый экономический эффект. На стадии разработки не ставится цели получения новых научных данных.

Техническое внедрение разработки, несущее экономический эффект народному хозяйству, практически остается за чертой данной классификации.

Неотъемлемой частью и сутью науки является диалектика, которая может приобретать формы теоретического оружия, владение которым делает человеческую мысль столь же гибкой и подвижной, как и сама жизнь. Диалектика есть тождество системного подхода, диалектического метода, логики и теории познания, способом выявления и разрешения объективных диалектических противоречий процесса развития. В противоречиях действительности заключается живой источник поступательного процесса и творческого новообразования. И точно так же в противоречиях и их разрешении заключается внутренняя сила творческого развития теоретической мысли, познающей действительность. Принципы философского исследования требуют постоянного расширения поля анализа и отказа от абсолютизации достигнутого уровня знаний. Наука, развитие знания – жизненная почва самой теории познания и логики, ибо предмет последних непосредственно составляет всеобщие закономерности развития познания (мышления).

Разбирая вопросы логики науки, ученые указывают, что существует ряд проблем, выдвигаемых современной наукой, которые нельзя отнести ни к чисто логике, ни к чисто философии и которые находятся где-то на стыке философии и логики. К их числу можно отнести изучение процессов научного исследования. Такое изучение представляет собой задачу не чисто логическую, поскольку его конечным результатом является не создание нового или усовершенствование прежнего логического исчисления, а воспроизведение всей сложности движения мышления к новым научным результатам. Но оно по своей цели не представляет и чисто философской задачи, не говоря уже о том, что решение такой задачи наряду с философски-

ми знаниями требует применения логических, психологических, математических и иных знаний и методов.

Научное исследование является таким объектом, изучение которого может способствовать решению как чисто логических, т. е. формально-логических, так и философских проблем. В силу этого процесс научного исследования может рассматриваться с различных сторон, и уже наметилось несколько направлений, подходов к его изучению.

Прежде всего возникла потребность, равно как и возможность для ее удовлетворения, в применении существующего разнообразного аппарата современной формальной логики к описанию и объяснению процесса научного исследования. От этого подхода к изучению процесса научного исследования можно ожидать очень много не только в теоретическом, но и практическом плане. Без применения аппарата формальной логики не может обойтись ни одна наука, без него нельзя описать процесс научного исследования. Причем возможно целое направление, которое будет не только применять логический аппарат для объяснения и научного исследования, а пытаться выразить сам процесс движения мышления к новым результатам в форме логического исчисления.

На это можно возразить, что подобную задачу полностью решить нельзя, поскольку научное исследование включает в себя и такие моменты, как интуиция, творческое воображение и т. д. Исследование, приводящее к открытиям в науке, всегда кажется аналогичным по отношению к предшествующим результатам познаний, однако, основываясь на любой самой совершенной логической системе, нельзя заранее определить ход мышления, с которым встретятся в будущем научном исследовании. Научные открытия ведут к изменению самого логического аппарата, поэтому несбыточной мечтой является стремление создать такую формализованную, логическую систему, которая могла бы смоделировать все возможные пути мышления в прошлом, настоящем и будущем.

Но, несмотря на это, для теоретических и практических потребностей человек должен как можно полнее отразить процесс научного исследования в логическом исчислении, построить логическую модель если не всего научно-познавательного процесса, то его отдельных моментов, сторон, шагов. В научном исследовании это прежде всего необходимо для передачи машине некоторых функций исследователя.

Описание и объяснение хода научного исследования – это только первая веха в разработке логики современной науки. Потом необходимо будет двинуться дальше, а именно: исследовать сущность научного творчества не только с целью описания и объяснения, но и овладения, управления им, изучения путей и средств моделирования творческой деятельности человека. Первым шагом в этом будет детальное изучение не только логики, но и эвристики – науки о творческом мышлении, современной научной теории, изучающей методы поиска оптимальных решений на основе так называемых эвристик – фактов или гипотез строго не доказанных, но подтверждаемых опытом. Эвристическое программирование используется для решения логических задач на компьютере и комбинаторных экстремальных задач, в которых множество допустимых вариантов заранее известно.

Проблема единства науки привлекает к себе внимание философов, социологов, естествоиспытателей. Единство науки вырисовывается, с одной стороны, как выявление некоторых общих характеристик в различных отраслях научного знания, каждая из которых имеет свой специфический объект, специфические методы познания и специфический язык. Это общее прежде всего состоит в том, что любая отрасль науки в развитом виде выступает как объективно-истинное, систематизированное и теоретически разработанное знание о тех или иных гранях действительности.

С другой стороны, единство науки означает синтез различных ее отраслей, образование все более целостной их системы, причем такая интеграция складывается в различных направлениях.

Во-первых, она совершается по линии единства старых и новых теорий, направленных на изучение одного и того же объекта. Принципы перехода от старых теорий к новым, в частности принцип соответствия, цементируют единство науки, рассматриваемой с точки зрения исторического развития. Благодаря их действию обнаруживается кумулятивный характер развития науки и то обстоятельство, что наука, по мысли К. Маркса, представляет собой совокупный продукт всей истории человечества, абстрактно выражающий ее квинтэссенцию.

Во-вторых, отсутствие абсолютных разграничительных линий в природе и обществе имеет своим следствием связь и единство теорий, изучающих различные объекты, их взаимовлияние, взаимообогащение и взаимопроникновение. Это справедливо как в отно-

шении конкретных данных, так и в отношении методов исследования (выдвигаемый обычно на первый план вопрос о взаимоотношении естествознания и общественных наук при всей своей важности далеко не исчерпывает существа дела). Отсюда и возникают объединительные теории, связывающие в один узел достижения различных областей знания. В результате продолжающаяся дифференциация науки во многих случаях оказывается моментом ее интеграции.

В то же время единство науки ни в малейшей степени не подчеркивает специфики ее отдельных отраслей (включая специфичность их языков), не означает подгонки под какой бы то ни было стандарт, но характеризует внутренние структурные связи между ними. Выражением этих структурных связей и должна быть рациональная классификация наук, основанная на понимании того, что нет абсолютно самостоятельных наук, а есть единая наука и ее многочисленные, внутренне связанные друг с другом отрасли.

Внутренняя логика научного исследования такова, что чем больше ученый узнает о предмете своего исследования, тем больше новых аспектов этого предмета и его связей с другими предметами он выявляет, тем шире раздвигается перед ним фронт исследований. В течение некоторого времени ученый пытается вести исследования по всему этому фронту, но неизбежно наступает момент, когда такое становится ему не под силу. Тогда ученый выбирает какой-то узкий участок этого фронта и все свои силы концентрирует на этом участке, превращаясь в еще более узкого специалиста. Лишь при таком условии он может рассчитывать на успех в своей работе. Таким образом, дифференциация и специализация науки есть следствие и неперемutable условие ее развития.

Научное исследование сегодня – это процесс познания нового явления и раскрытия закономерностей изменения изучаемого объекта в зависимости от влияния различных факторов для последующего практического использования этих закономерностей. Научные исследования классифицируются по различным признакам: методам решения поставленных задач, сфере применения результатов исследования, видам исследуемого объекта и другим факторам.

Исследования могут быть теоретическими, теоретико-экспериментальными и экспериментальными. Отнесение исследования к одному из видов зависит от применяемых методов и средств научного исследования.

Теоретические исследования базируются на применении математических и логических методов познания объекта. Результатом теоретического исследования является установление новых зависимостей, свойств и закономерностей происходящих явлений. Результаты теоретических исследований должны быть подтверждены практикой.

Теоретико-экспериментальные исследования предусматривают последующую экспериментальную проверку результатов теоретических исследований на натуральных образцах или моделях.

Экспериментальные исследования осуществляются на натуральных образцах или моделях в лабораторных условиях, при которых устанавливаются новые свойства, зависимости и закономерности, а также служат для подтверждения выдвинутых теоретических предположений.

Научные исследования по поставленным целям и сферам использования результатов подразделяются на фундаментальные и прикладные.

Фундаментальные исследования направлены на решение принципиально новых теоретических проблем, открытие новых законов, создание новых теорий. На их основе решаются многие прикладные задачи применительно к потребностям конкретных отраслей науки, техники, производства.

Прикладные исследования представляют собой поиск и решение практических задач развития отдельных отраслей производства на основе результатов фундаментальных исследований. По составу исследуемых свойств объекта исследования подразделяются на комплексные и дифференцированные.

Комплексные исследования представляют собой изучение разнородных свойств одного объекта, каждое из которых может предусматривать применение различных методов и средств исследования.

Дифференциальные исследования предусматривают познание одного из свойств или группы однородных свойств.

Современная методология науки имеет в своем арсенале такие общенаучные подходы и методы, как системный, кибернетический, программно-целевой, процессный, функционально-стоимостный, моделирования, знание которых, умение применять, а также содействовать их развитию – задача каждого ученого-исследователя.

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И ПРАКТИЧЕСКОГО ПОЗНАНИЯ

Моделирование – метод практического или теоретического познания объекта или явления с помощью промежуточной системы (модели); построение и изучение моделей объектов. Моделирование дает возможность изучать объекты, непосредственный эксперимент над которыми из-за их сложности, размеров, кратковременности или продолжительности и др. невозможен. Особенно важно абстрактно-теоретическое моделирование. Объективная основа моделирования – единство мира. В зависимости от способа построения и характера моделей различают моделирование материальное и идеальное; от сторон оригинала, которые воплощаются в модели, – субстанциональное (моделирование субстанции оригинала), структурное (моделирование внутренней организации оригинала) и функциональное (моделирование способа поведения оригинала). Классификация видов моделирования относительная, потому что в познании часто используются смешанные модели. Тем не менее все виды моделей имеют общее – переносят знания, полученные при изучении модели, на оригинал, который исследуется. Логическая основа моделирования – выводы по аналогии, которые реализуются при наличии трех элементов: субъекта, который познает, объекта исследования и модели.

Моделирование – сложный многоэтапный процесс, который включает постановку задачи, выбор или построение модели, исследование модели, перенесение знаний, полученных при изучении модели, на оригинал, проверку правильности полученных выводов. Количество этапов моделирования зависит от конкретных условий. Оно может осуществляться не только на различных уровнях познания (эмпирическом и теоретическом), но и между разными науками (модель и оригинал могут принадлежать разным отраслям знаний).

Моделирование неотделимо от процессов абстрагирования и идеализации, дает возможность решать разнообразные познавательные задачи: создавать и разрабатывать теории, проводить их интерпретацию и координацию, осуществлять проверку правильности экспериментальных и теоретических результатов и др. С развитием современной науки значение моделирования увеличивается. Моделирование конкретного процесса или явления с достаточной степенью

точности дает человеку возможность целенаправленно менять его, т. е. управлять им.

Моделирование в технике – часть исследования физических явлений и процессов на моделях или установках с использованием методов подобия. При моделировании получают представление о процессах, которые могут происходить в естественных условиях. В зависимости от характера исследования моделирование бывает физическое, математическое, которые, в свою очередь, делятся соответственно на виды: электрическое, биологическое, статистическое и т. д.

При физическом моделировании изучение проводится на модели, которая воспроизводит исследуемый процесс с сохранением его физической природы и геометрического подобия и от оригинала отличается количественными параметрами (размерами, скоростью, прочностью и др.).

Основа физического моделирования – теория подобия и размерностей. Подобными являются объекты, у которых все процессы (полное подобие) или наиболее важные в определенном исследовании (локальное подобие) отличаются от параметров другого объекта в определенное количество раз. Сложными моделирующими приспособлениями являются аналоговые машины. Моделирование применяют также для создания кибернетических моделей, которые воспроизводят некоторые исследуемые свойства объекта исследования.

Моделирование в математике – это метод исследования объектов и их описание с помощью математических моделей. В отличие от других видов моделирования оно является средством получения новых конкретных выводов про объект математическим суждением или анализом процесса исполнения задания математической программой. Моделирование в математике дает возможность с помощью введенных в память компьютера информационных программ создавать практически любые модели, т. е. моделировать практически неограниченное количество объектов.

Использование математики в любой отрасли знаний равнозначно построению и изучению математических моделей (функциональных зависимостей в виде формул или графиков для характеристики явлений; уравнений, которые описывают движение тел или распределение нагрузок, таблиц или схем переходов систем из одного состояния в другое; алгоритмов вычислений или компьютерных программ и др.). Все особенности объекта, который изучается, невоз-

можно учитывать с абсолютной полнотой, поэтому в математическую модель вводятся параметры, значимые с точки зрения данной практической задачи, и оцениваются погрешности, которые могут возникнуть при отказе от того или другого параметра.

Примеры использования моделирования:

исследование моделей, которые дают возможность точно обосновать наилучшее решение (исследование операций);

построение аналоговых моделей, которые описывают различные по физической природе явления в виде уравнений одинаковой формы;

исследование функциональных моделей (и их разновидностей – кибернетических моделей), в которых отражаются зависимости системы от окружающей среды с учетом обратных связей.

Модель может создаваться самим исследователем, чаще всего при этом используются методы эвристического программирования, но может и выбираться из числа существующих достаточно универсальных моделей. В любом случае исследователь должен знать сущность и особенности конструкции и функционирования объекта и быть сведущим в вопросах моделирования.

Далее рассмотрим вариант моделирования объекта на основании готовой модели – задачи линейного программирования в классической форме. Объект моделирования фундаментальный как в материальном выражении, так и как понятие. Объект – техническое состояние сложных машин, в том числе транспортных средств, и более всего приближен к автотранспортным средствам. По своей значимости он аналогичен понятию здоровья для людей, от которого зависит не только их самочувствие, но и работоспособность и производительность. Техническое состояние транспортных средств характеризуется степенью исправности агрегатов и механизмов и определяет пригодность подвижного состава к выполнению транспортной работы в соответствии с установленными правилами и требованиями нормативно-технической документации. Чтобы определить, в каком состоянии находится транспортное средство или его элемент, необходимо знать параметры их технического состояния (они же структурные параметры). *Параметры технического состояния* – это физические величины, изначально задаваемые нормативно-технической документацией завода-изготовителя и устанавливающие связь и взаимодействие элементов транспортного средства, как и его функционирование в целом.

В процессе эксплуатации транспортного средства параметры технического состояния изменяются от номинального до предельного значения. Это происходит под влиянием различных конструктивно-технологических и эксплуатационных факторов. Предельные значения структурных параметров обусловлены вероятностью отказов и неисправностей и в основном представляют собой значения технико-экономического характера. Задачей профилактики дорожно-транспортных происшествий и одновременно технической эксплуатации транспортных средств является вывод транспортного средства из сферы эксплуатации до достижения им предельного состояния. Параметры технического состояния измеряются соответствующими физическими величинами – линейными, тепловыми, электрическими и т. д. – $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, которые изменяются от номинальных величин $X_{н1}, X_{н2}, X_{н3}, \dots, X_{нn}$ до предельных значений $X_{п1}, X_{п2}, X_{п3}, \dots, X_{пn}$. Поскольку структурные параметры однозначно отражают фактическое изменение физических величин различной природы, имеющих различные единицы измерения, то структурные параметры X_i представляются в относительном виде как отношение текущего значения параметра P_i к его предельному значению $P_{пi}$:

$$X_i = P_i / P_{пi}.$$

Так получаются безразмерные значения параметров, меняющихся от 0 до 1 и реально отражающих весь диапазон изменения технического состояния транспортных средств, X_i , где $i = 1, 2, 3, \dots, n$, а n – количество контролируемых структурных параметров на транспортном средстве. Разность между текущими и номинальными значениями этих величин ($X_i - X_{ни}$) устанавливает отклонение качества технического состояния, работы данного элемента от номинала, т. е. отражает уровень его исправности, а разность между текущими и предельными значениями ($X_{пi} - X_i$) – остаточный ресурс, т. е. пробег (время) до выхода i -го элемента из строя.

Таким образом, техническое состояние представляет собой совокупность отклонений от номинального значения параметров технического состояния, определяющую уровень его работоспособности и исправности. Причем число таких вариантов состояний бесконечно, но его можно аппроксимировать некоторым дискретным конечным числом состояний, определяемым предполагаемым числом сту-

Целевая функция (2.1) и ограничения (2.2) представляют собой задачу линейного программирования в классической форме, способ решения которой известен и доступен и поэтому является одним из возможных методов моделирования в процессе управления и оптимизации технического состояния транспортных средств.

Рассмотренный пример моделирования технического состояния транспортных средств является одновременно и инновационным прорывом на фоне современного уровня развития теорий надежности, технической диагностики и технической эксплуатации в целом.

3. ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Конкурентная, основанная на интеллекте и знаниях экономика предполагает создание и использование идей, изобретений и инноваций.

Инновация – нововведение в области техники, технологии, организации труда или управления, основанное на использовании достижений науки и передового опыта. Инновация также может рассматриваться как конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, а также нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности. В конце прошлого века в понятие инновации вкладывался смысл совершенствования качеств высокотехнологического продукта для повышения его конкурентоспособности на экономическом рынке.

Слово «инновация» в настоящее время стало примером омонимии – одно слово, но с различными значениями, как, например слово «градус» (измерения температуры, геометрических углов, крепости алкоголя и др.). Понятие инновации имеет несколько значений и значительное количество градаций.

В массе своей понятие «инновация» восходит к терминам определения технических изделий принципиально нового, не имеющего аналога типа. В настоящее время термин «инновация» применяется значительно более широко – не только в технике, но и для обозначения нововведений в социальной жизни. При этом используются два основных понимания инноваций, различающихся функционально:

1) технологические инновации, подразумевающие получение нового или эффективного производства имеющегося продукта, изделия, техники;

2) социальные инновации – процесс обновления сфер жизни человека в реорганизации социума (педагогика, система управления, благотворительность, обслуживание, организация процессов). Социальные инновации – синоним термина «процессные инновации», улучшение процесса организации деятельности, социально-организационные технологии.

Технологические инновации – синоним термина «продуктовые инновации», «инновации продукта». Продуктовые инновации подразумевают создание новых материалов, новых полуфабрикатов и комплектующих, машин и механизмов в целом, получение принципиально новых продуктов.

Технологическая инновация – это новый и оригинальный, не имеющий аналога продукт (технология) на рынке, качественно отличающийся от предшествующего продукта (прототипа) и (или) характеризующийся более высоким технологическим уровнем, новыми потребительскими свойствами продукта по сравнению с предшествующим аналогом.

Инновация – процесс создания новшеств, приводящих к коммерческому успеху на рынке. Инновационный продукт перестает быть инновационным при наполнении рынка продуктами с аналогичными свойствами и характеристиками.

В данном контексте инновации в значительной мере пересекаются с понятиями «новшество», «рационализация», «изобретение», «открытие». Работа с изобретениями предполагает правовые аспекты: инновации связаны с авторским правом, патентами, защитой интеллектуальной собственности, системами противодействия промышленному шпионажу и др.

Социальные инновации (они же процессные инновации) рассматриваются как результат создания и внедрения нового, оригинального интеллектуального продукта (методики, системы, преобразования какого-либо из процессов организации деятельности сообществ, предприятий, организаций, учреждений, общественных объединений), позволяющий качественно улучшить процесс и положение общества (общества в целом) и в конечном итоге улучшающий качество жизни людей.

Разработка нового учебного процесса, новой системы управления предприятием (организацией), новой системы информатизации, а также создание новшеств в организации экономики, искусств, бизнеса, органов власти, благотворительных организаций – примеры социальных (процессных) инноваций.

Обобщая изложенное, за базисное определение инновации можно принять следующее.

Инновация – это результат инвестирования в разработку получения нового знания, инновационной идеи по обновлению различных сфер: таких как технологии, изделия, организационные формы существования социума: образование, управление, организация труда, обслуживание, наука, информатизация, и последующий процесс внедрения (производства) этого с фиксированным получением дополнительной ценности (прибыль, прогресс, опережение, лидерство, приоритет, коренное улучшение, качественное превосходство, креативность).

Инновации делятся не только на технологические (продуктовые) и социальные (процессные). В настоящее время выделено несколько видов инноваций.

Инновации подразделяются на радикальные и постепенные изменения (инкрементальные). *Радикальные инновации* (в некоторых литературных источниках обозначаются как базисные) соответствуют крупным изобретениям и формированию новых направлений в развитии техники. *Инкрементальные инновационные изменения*, в свою очередь, разделяются на улучшающие инновации – постепенные, неключевые рационализации; модификации – частные, не-радикальные инновации, частично улучшающие изменения, улучшения и модернизация техники, технологий, процессов.

Инновации технологические подразделяются на коммерциализуемые и некоммерциализуемые. *Коммерциализуемые* научно-технические разработки по большей части относятся к прикладной науке. Как результат общественного запроса, они способствуют получению нового продукта с новыми потребительскими свойствами и качествами. Серийное производство такого товара приносит экономическую прибыль. Элементарная коммерциализация инновационного продукта – просто продажа патента и (или) иной трансфер технологии, знаний. В данном случае вознаграждение получается разработчиками сразу после трансфера, они избавляются от необходимости внедрения – создания предприятия и несения соответствующего

коммерческого риска. В конце XX–начале XXI века коммерциализация также стала осуществляться через инкубацию, выращивание нового производства (бизнес-инкубаторы, технопарки).

Некоммерциализуемые научно-технические разработки, изобретения и открытия могут быть отнесены к разработкам мировоззренческим, разработкам фундаментальной науки. Часть из них относится к иррациональным разработкам, т. е. к продуктам (изделиям, технологиям), которые не востребованы обществом, не имеют потребителей или даже приносят вред, а не пользу. Часть из них последнее время удостоивается «шнобелевской» премии.

Существует также понятие о *подрывных* инновациях. Это инновации, которые открывают новый технологический цикл, новый цикл инновационного бизнеса, поскольку они предназначены не поддерживать существующие и устоявшиеся базовые технологии, а полностью сменить эту технологию и кардинально изменить не только рынок, но и уровень качества жизни.

Модель «подрывные инновации» – это теория Клейтона Кристенсена, которую он впервые опубликовал в 1997 году. Эта модель прежде всего используется для описания влияния новых технологий на функционирование фирмы. К. Кристенсен изучал причины, из-за которых крупнейшие компании, мировые лидеры в своей отрасли, стремительно теряют свои доминирующие позиции, утрачивают свое первенство, когда на рынке появляются новые технологии. Все меняется в тот момент, когда подрывные технологии находят своего покупателя, который готов мириться с недостатками нового товара и которому необходимы новые свойства этого товара. Получив такого покупателя, новая технология начинает развиваться, вырастают объемы производства, наступает момент, когда новая технология начинает оправдывать свое название подрывной. Примерами подрывных инноваций являются:

- телефон, заменивший телеграф;
- пароходы, заменившие парусные суда;
- электро- и дизельные поезда, заменившие паровозы;
- полупроводники, заменившие электровакуумные приборы;
- микропроцессоры, пришедшие взамен транзисторов;
- электронная почта, «подорвавшая» традиционную почту, и др.

С понятием инновации тесно соприкасается понятие инновационного менеджмента, под которым понимается взаимосвязанный

комплекс действий, нацеленный на достижение или поддержание необходимого уровня жизнеспособности и конкурентоспособности предприятия с помощью механизмов управления инновационными процессами. Объектами инновационного менеджмента являются инновации и инновационный процесс. С позиций инновационного менеджмента инновация – это результат (продукт, товар, услуга, технологии и др.) научной деятельности, использование которого в производстве приводит к коренным изменениям, влекущим за собой кардинальные организационно-распорядительные и производственно-технологические преобразования. Понятие инновации в широком экономическом смысле толкуется как завершенный акт качественной модификации технологического базиса производства, характеризуемый, с одной стороны, неопределенностью и краткосрочностью для данного звена общественного производства, а с другой – долгосрочным эффектом, достигаемым суммой инновационных актов, объединенных в непрерывный инновационный процесс. Инновационный процесс – это процесс создания, освоения, распространения и использования инновации. Также инновационный процесс применительно к продукту (товару) может быть определен как процесс последовательного превращения идеи в товар через этапы фундаментальных и прикладных исследований, конструкторских разработок, маркетинга, производства, сбыта.

Инновационный процесс – регулируемая деятельность по обеспечению разработки новых продуктов (инноваций), коммерциализации инноваций и получению прибыли. Это сложная динамическая последовательность действий, связанных с обеспечением зарождения, преобразования и использования инноваций для создания новых потребительских качеств и благ, получения прибыли, достижения конкурентоспособности. Инновационный процесс имеет следующие этапы:

- инвестиции в научные исследования объектов конструкторских разработок, в разработку нового знания, интеллектуального продукта, в инновационную бизнес-идею, техническую (технологическую) разработку, изделие, изобретение, в инициацию инноваций;
- процесс научного исследования объектов конструкторских разработок, процесс создания собственно интеллектуального продукта;
- маркетинг инновационной продукции и оценка экономической эффективности;

- становление будущего производства, start-up;
- выпуск (производство) инновации;
- реализация (коммерциализация) инновации;
- продвижение инновации, информирование и рекламирование;
- диффузия, диверсификация, более широкое распространение инновации.

Жизненный цикл инновации представляет собой совокупность взаимосвязанных процессов, образующих замкнутый, завершённый оборот развития в течение определенного промежутка времени. По аналогии с маркетингом жизненный цикл инновации имеет следующие стадии:

- зарождение – этап инициации создания инновации и проведения научных опытно-конструкторских разработок. Затраты не дают сиюминутной отдачи. Рисковое инвестирование. Риск заключается в вероятности ситуации неполучения в результате научных исследований опытно-конструкторских разработок (НИОКР) коммерциализуемого в будущем результата;

- стадия вывода на рынок полученной разработки (инновации) и начального получения прибыли после компенсации затрат на НИОКР и инициацию;

- стадия бурного роста продаж нового изделия (товара, продукта), развитие рынка;

- стадия достижения стабильного состояния максимальных продаж и получения максимальной прибыли от производства и реализации продукта; часто завершается стагнацией;

- стадия падения продаж (объема прибыли). Имеет вероятность завершения производства (жизни товара, его цикла). В ряде ситуаций возможно оздоровление (повышение объема продаж) за счет усилий по пролонгации (усиление рекламы, информирование о новых свойствах этого же товара, маркетинговые мероприятия по подогреву спроса);

- кризис, стадия выхода товара с рынка.

Жизненный цикл инновации может быть завершен сразу после стадии НИОКР – коммерциализация полученного продукта посредством трансфера технологии, полной или частичной передачи авторских прав на продукт. Научно-технический или высокотехнологический продукт не всегда может быть инновационным длительное время. Инновационным товар может являться весьма непродолжительное

время, например во время стадии выведения на рынок и начала роста объема продаж до ситуации наполнения рынка аналогом, который производят конкуренты.

В разрезе инновационного менеджмента инновации подразделяются на продуктовые, технологические и организационно-распорядительные. Последние инновации широко используются при введении продуктовых и технологических инноваций. Известны классификации инноваций по следующим признакам: распространенность, место в производственном цикле, преемственность, охват рынка, степень новизны, инновационный потенциал.

Инновационная деятельность – это деятельность, направленная на коммерциализацию накопленных знаний, технологий и оборудования. Результатом инновационной деятельности являются новые или дополнительные товары и услуги или товары и услуги с новыми качествами. Инновационная деятельность также характеризуется определенными стадиями, среди которых основными являются:

- поиск инноваций, охота за идеями;
- отбор и аудит на возможность коммерциализации наиболее перспективных разработок;
- подготовка бизнес-плана по коммерциализации инноваций и выведению на рынок нового продукта;
- маркетинг инновации (исследование рынка), принятие решения о трансфере технологии сторонней организации, лицу или же о собственном серийном производстве (в том числе инкубации нового бизнеса).

В случае трансфера технологии (продукта) инновационный цикл продукта считается законченным. Если организуется производство, то необходимы следующие этапы:

- экспериментальное производство нового продукта, испытание продукта рынком, возможность пользоваться помощью элементов региональной инфраструктуры инновационного развития – техноцентров, бизнес-инкубаторов, технопарков, особых экономических зон, технополисов;
- коррекция системы организации производства продукта;
- серийное, массовое, устойчивое производство и получение прибыли, покрывающей первоначальные расходы на НИОКР, и создание инновационного продукта.

Инновационная деятельность связана и с инновационными проектами, и с инновационными технологиями.

Инновационный проект – проект целенаправленного изменения или создания новой технической или социально-экономической системы. По уровню научно-технической значимости различают модернизационные, новаторские, опережающие и пионерские инновационные проекты. По масштабности решаемых задач инновационные проекты подразделяются на монопроекты, мультипроекты и мегапроекты.

Инновационные технологии – это наборы методик и средств, поддерживающих этапы реализации нововведения. Различают такие виды инновационных технологий, как внедрение, тренинг (подготовка кадров и инкубация малых предприятий), консалтинг, трансферт, аудит, инжиниринг.

Затраты на инновации связаны с затратами на научные исследования и разработку новых продуктов и технологических процессов, приобретение лицензий на использование изобретений, промышленных образцов, прав на патенты, беспатентных лицензий на ноу-хау, соглашений на передачу технологий, результаты научно-технических разработок. Для этого создаются **инновационные фонды** – фонды финансовых ресурсов, созданные с целью инвестиционного кредитования научно-технических разработок и рискованных проектов и иных форм инновационной деятельности. Основным источником финансовых ресурсов – венчурные фонды. Обычно средства фонда распределяются между производителями на инвестиции на конкурсной основе. Инновационно-венчурные фонды часть средств направляют на финансирование рискованных инновационных проектов в обмен на долю в акционерском капитале создаваемых инновационных организаций. На государственном уровне создаются национальные инновационные системы, которые представляют собой совокупность субъектов и институтов, деятельность которых направлена на осуществление и поддержку инновационной деятельности. К структурным элементам национальной инновационной системы относятся государство, бизнес, учебные заведения. В странах мира сложились различные модели организации национальных инновационных систем. Государство может поддерживать национальную инновационную систему следующими способами: льготным налогообложением, прямым бюджетированием, предоставлением кредитов, организацией венчурных фондов, содействием развитию венчурных фондов.

Инновационный менеджмент в национальной инновационной системе может рассматриваться как парадигма (система концепций) управления. При этом под *концепцией* понимаются определенный способ понимания, трактовка объекта исследования, основная точка зрения, руководящая идея для систематизированного освещения, но более всего – ведущий замысел, методологические принципы, постулатная основа в научно-исследовательских разработках.

Необходимость перехода к инновациям продиктована естественным процессом развития рынка. При этом по мере насыщения рынка и обострения конкурентной борьбы меняются источники успешности бизнеса, а значит и парадигмы управления.

На ранних стадиях ненасыщенного рынка прибыль компании, формирование первичного капитала являются единственной целью и ценностью для бизнеса. Прибыль в это время есть исходный и самый главный дефицит для компании, предмет пристального внимания финансового менеджмента, характерного для данного периода. По мере насыщения рынка, когда спрос начинает превышать предложение, возникает новый дефицит – платежеспособный покупательский спрос. Теперь покупатель как источник денег становится для компании дороже самих денег. Удержание старых покупателей и привлечение новых становятся ключевыми проблемами маркетингоориентированного управления. Дальнейшее обострение конкурентной борьбы за покупателя еще более обостряет обеспечение его лояльности. Для компании ротация клиентов оборачивается значительными коммерческими затратами на привлечение новых покупателей взамен потерянных старых. Борьба за удовлетворенность покупателей как ключевого фактора обеспечения их лояльности изменяет систему ценностей компании. Качество и, значит, конкурентоспособность компании становятся основой обеспечения лояльности ее покупателей. Теперь качество выступает источником источника прибыли. Эта новая системообразующая ценность для компании, определяющая ключевые компоненты ее стоимости: прибыль, динамику развития, устойчивость. При этом система менеджмента качества становится новой парадигмой насыщенного рынка. Ее главная концептуальная идея – постоянные улучшения процессов деятельности с целью повышения способности компании качественно удовлетворять потребности заказчиков.

Глобализация и интеграция в мировую экономику расширяют поле конкурентной борьбы и заставляют компании конкурировать с лидерами мирового рынка. В этих условиях главной проблемой становится задача обеспечения устойчивости роста, но для этого в условиях экстремальной конкуренции уже недостаточно постоянного совершенствования деятельности. Решить ее можно с помощью инновационных прорывов, которые способны поддержать высокие темпы развития. Инновационный менеджмент, основанный на знаниях, становится парадигмой управления, источником источника прибыли. Инновации, отслеживание рынков сбыта и каналов продвижения, гармонизация принципов взаимодействия с заказчиком обеспечивают рост оборота по восходящей экспоненте.

В основе инновации и всего, что с ней связано (инновационные проекты, технологии, процессы всей инновационной деятельности), ее альфой и омегой являются инновационные идеи.

Современная концепция механизма порождения инновационных идей выглядит следующим образом. Можно выделить три уровня мышления. В качестве знаний, порождающих инновации, лежат концептуальные знания: бизнес-философия и корпоративная идеология. Это компоненты современного менеджмента, которые формируют правильное (?) предпринимательское мышление. Задача бизнес-философии сводится к осознанию и развитию общих подходов построения конкурентоспособного бизнеса. Это создает основу для продуктивного мышления, основанного на глубинном понимании общих первопричин успешности бизнеса применительно к специфике конкретной социально-культурной и бизнес-среды. Бизнес-философия формирует систему парадигм, постулатов, общих закономерностей и факторов организации успешного бизнеса. Эта философия задает угол зрения, под которым должно рассматриваться то или иное бизнес-явление, и представляет собой более высокую степень обобщения по сравнению с корпоративной идеологией. Бизнес-философия является платформой для разработки корпоративной идеологии. Задача корпоративной идеологии – формирование системы взглядов (идей) компании по ключевым аспектам организации ее деятельности и методов реализации. Указанные уровни мышления (инновационные идеи, философия, идеология) рассматриваются применительно к трем ключевым классам вопросов: формирование конкурентоспособного бизнеса, организация управления, построение

системы отношений. В отношении инновационных идей различают три фазы – разработка идей, внедрение идей, развитие идей. Механизм порождения инноваций можно представить в виде трехмерного куба (параллелепипеда) инновационности, по трем направлениям которого располагаются:

философия, идеология, инновации (концептуальные идеи);

разработка, внедрение, развитие;

бизнес, организация управления, система отношений.

Формирование бизнес-философии и на ее основе корпоративной идеологии осуществляется по определенному трафарету.

Формирование бизнес-философии компании осуществляется под действием уровня развития рынка, специфики отрасли и факторов внешней среды – технологических, политических, экономических, экологических, социальных. В свою очередь, сама философия как основание успеха совместно со статусными амбициями и уровнем зрелости компании, ее ключевыми компетенциями и базовым ресурсом определяет корпоративную идеологию компании – систему идей по ключевым вопросам бизнеса. В структуре идеологии выделяют идеологию бизнеса, дающую ответ на вопрос «как победить?»; идеологию управления, отвечающую на вопрос «как координировать персонал?»; идеологию отношений, знающую ответ на вопрос «как мобилизовать персонал?».

Инновационные идеи, поддерживаемые корпоративной идеологией и бизнес-философией, позволяют реализовать инновационные прорывы.

Различают четыре уровня инновационных прорывов:

1) концептуальный уровень – инновации в концепции развития компании, парадигме управления, идеологии;

2) стратегический маркетинг – инновации в продукции, рынках, каналах сбыта и др.;

3) организационный уровень – инновационные решения в производстве, управлении, организационной культуре;

4) операционный уровень – инжиниринг процессов, переосмысление постулатов организации деятельности, преодоление ключевых ограничений.

В реализации инновационных прорывов можно различить определенные этапы, такие как:

анализ глобальных факторов изменения внешней среды и формирование новых инновационных концепций бизнеса (концепция развития, парадигма управления, идеология);

разработка видения и делового кредо, формирование стратегических ориентиров и карты стратегий;

формирование новых (инновационных) стратегических маркетинговых идей (продукция, рынки, каналы сбыта, партнеры);

перевод бизнес-идей в систему стратегических целей и показателей, идентификация стратегических прорывов и формирование требований к новой операционной модели;

формирование новых инновационных решений в области организации деятельности и системы отношений: производство, управление, организационная культура;

построение новой операционной модели деятельности (функциональные системы, процессы, организационная структура, показатели результативности и эффективности);

анализ и инновации операционной деятельности: ранжирование и инжиниринг процессов, преодоление ограничений и др.

Перечисленные этапы взаимно влияют друг на друга через системы обратных связей.

Существуют по крайней мере два типа подходов к разработке инноваций и соответствующих инновационных предложений – предложения «сверху» по поиску новых возможностей и предложения «снизу» по преодолению существующих проблем. Изменения «сверху» в свою очередь подразделяются:

на масштабные изменения в области концепций организации бизнеса и стратегического маркетинга;

изменения, связанные с переводом многих накопленных малых изменений возможностей компании (технологические наработки интеллектуальный капитал знаний и умений, капитал отношений и др.) на принципиально новый уровень системного решения проблем заказчика, переход количественных изменений в качественные.

Предложения «снизу» подразделяются на два подтипа: по снятию ключевых ограничений развития (в соответствии с теорией ограничений Э. Голдрата) и по преодолению разрозненности системы (усилению взаимодействия основных элементов системы с целью получения дополнительного синергетического эффекта).

Такие инновационные предложения носят масштабный характер и способны существенно изменить скорость развития компании, придав ей необходимое ускорение.

В основе появления инновационных идей лежат образование, способности самостоятельно и творчески мыслить, возможности свободно мыслить и творить, научные исследования, изобретательство, производство и творчество во всех видах и областях.

В качестве значимых инновационных идей можно привести следующие:

- магнитная оперативная память с произвольным доступом;
- эффективная очистка нефтяных загрязнений при помощи бактерий;
- разработка популяционно-генетических основ идентификации личности;
- устройство для реализации ощущений в компьютерных играх;
- управление алюминиевым электролизом по греющей мощности;
- аппарат для диагностики и лечения объемных образований;
- ветроэнергетическая установка на основе ротора с вертикальной осью;
- использование топливных элементов на транспорте;
- бескислородная энергетика;
- водородное топливо;
- композитное жидкое топливо из угля;
- биологические способы получения автомобильных топлив и др.

4. СПЕЦИФИКА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА

Методологические проблемы, связанные с активным развертыванием инженерных изысканий, характеризуются переходом от сбора эмпирических факторов и статистических данных (что тоже безусловно важно и необходимо) к их упорядочению и систематизации, уточнению предмета и объекта исследований, к определению принципов раскрытия закономерностей в исследуемой области явлений.

Методика творческого процесса самостоятельной работы студента предполагает выяснение того, какой процесс приводит к этому результату. Во многих психологических теориях мышления большое значение придается предвосхищению неизвестного в виде замысла, плана решения, гипотезы и т. д.

В мыслительном процессе самостоятельной работы прошлые этапы мыслительного процесса (обучения) не только влияют на настоящий процесс, но и он сам оказывает преобразующее воздействие на достигнутый уровень знаний и представлений. Вероятно, что чем сильнее настоящее оказывает обратное влияние на прошлое мышление, тем более творческим является процесс. При этом новые факты и данные позволяют по-иному оценить прошлое мышление и уровень достигнутых знаний.

Сам по себе прошлый опыт для самостоятельной работы необходим, но он недостаточен для определения направленности поисков неизвестного.

Часто на первом творческом этапе самостоятельной работы появляется принцип, направляющий ход решения, на втором – его применение и решение.

Овладение знаниями происходит благодаря проявлениям самостоятельности. Если студент не изучает учебный материал в течение семестра, то он приобретает формальные знания, которые не может использовать в своей дальнейшей практической деятельности. Правильно организованные самостоятельные работы способствуют пониманию сущности терминов – раскрытию причинно-следственных связей, а также пониманию логических отношений между ними, что в целом обеспечивает прочное и глубокое усвоение основ наук, способствует

формированию научного мировоззрения, личностной самостоятельности, потребности и навыков самообразования.

Самостоятельная работа охватывает значительную область учебной деятельности. Она включает не только самостоятельно выполняемые практические работы, предусмотренные учебной программой, но и работу с конспектами, учебниками, дополнительной литературой, интернет, подготовку докладов, выступлений, публикаций. Перед студентами ставится цель развивать творческое мышление, уметь самостоятельно приобретать знания и получать новое знание.

Обеспечение научно-технического и социального прогресса, инновационного развития общества вызывает необходимость повышать теоретический уровень выполнения самостоятельных работ. Это достигается, во-первых, изменением их содержания, заключающегося в преобладании вопросов и заданий на усвоение понятий, выявлении закономерностей, причинно-следственных связей, систематизации и классификации знаний; во-вторых, изменением способов выполнения заданий, усилением внимания к использованию приемов умственной и методов познавательной деятельности.

В связи с этим выделяются следующие основные виды заданий: рассчитанные на воспроизведение готовых знаний и применение знаний и умений по образцу в аналогичных условиях; применение знаний и умений в новых ситуациях; на создание новых знаний и умений. По дидактическим целям различают самостоятельные работы:

- по воспроизведению опорных знаний и умений;
- закреплению изученного учебного материала;
- приобретению новых знаний и умений;
- повторению и обобщению знаний и умений, а также их проверке.

С точки зрения развития логического мышления и познавательных способностей необходимо различать самостоятельные работы по применению того или иного приема умственной деятельности.

В содержании образовательных программ по специальностям вуза находит место самостоятельная деятельность, связанная с проведением сравнений по отличию и сходству с обязательным выявлением причин общего и отличного, например патентный поиск, проводимый при разработке конструкторской части дипломных и курсовых проектов. Без самостоятельной работы не обойтись при проведении анализа с последующими выводами, что необходимо, в частности, для технико-экономического обоснования исходных данных при

дипломном проектировании. Самостоятельная работа является неотъемлемой частью раскрытия причинно-следственных связей, группировки связей по генезису и выявлению закономерностей, формированию обобщений и классификации объектов исследований.

Самостоятельную работу в процессе исследований можно классифицировать и по компонентам знаний, направленных на формирование общих и единичных понятий, приемов учебной деятельности, на знание практических вопросов, например технической эксплуатации автотранспортных средств и присущих этой области закономерностей.

Классификация работ может быть произведена и по источникам информации, которые необходимы для их выполнения: конспекты, учебники, пособия (в том числе учебные, учебно-методические, научно-методические, наглядные и др.), цифровой материал, банки данных, периодические издания и дополнительная литература, интернет, одновременное использование различных источников. При этом также учитываются достигнутые уровни учебно-исследовательской работы.

Для работы с каждым источником информации используются несколько видов заданий, отражающих различные приемы работы учащихся, например по учебнику это:

- воспроизведение текста учебника по вопросам. При этом происходит усвоение готовых знаний и логики изложения материала;
- составление плана текста параграфа. Это дает возможность усвоить существенные признаки понятий, так как пункты планов, как правило, соответствуют тому или иному признаку.

Современное «типовое» исследование включает в себя ряд характерных этапов.

Первый этап исследования – формулировка цели исследования и основных условий, с учетом которых решается задача. Под целью исследования, как правило, понимается предполагаемый результат познавательного процесса, ради чего проводится исследование. Цель должна быть четко сформулирована и может иметь количественную оценку, установленную путем применения соответствующих критериев и параметров.

Второй этап – содержательное описание и точная постановка задачи. На данном этапе необходимо четко определить основное содержание задачи, установить границы ее решения, выбрать кри-

терий для оценки эффективности исследуемого объекта, определить основные влияющие на него факторы, выявить взаимосвязи и степень влияния между ними. В результате выполнения второго этапа выявляется информация об учитываемых параметрах внешней среды и исследуемого объекта, совокупность ограничений и допущений, в рамках которых должна решаться задача, уточняются назначение объекта исследования, а также цель и задачи исследования.

На *третьем этапе* исследование предполагает проведение формализации задачи, которая часто приводит к необходимости разработки математической модели объекта.

Четвертый этап – это исследование разрешимости задачи, в процессе которого выполняются следующие процедуры: исследование принципиальной разрешимости, выбор метода решения, исследование технической осуществимости и целесообразности решения задач выбранным методом.

Пятый этап заключается в проведении экспериментальных исследований и обработке опытных статистических данных, что осуществляется через планирование и проведение эксперимента, обработку опытных данных с построением экспериментальных зависимостей и определение законов распределения случайных величин.

На *шестом этапе* разрабатывают алгоритм решения задачи, представляющий собой упорядоченный набор точных правил, указывающих, какие действия и в каком порядке необходимо выполнить, чтобы получить решение после конечного числа шагов.

Седьмой этап – реализация алгоритма, как правило, на компьютере, получение решения и анализ полученных результатов.

В завершение следует использование результатов исследования.

В зависимости от вида исследуемого объекта, условий и целей исследования, возможностей исследователя содержание, объем и последовательность перечисленных этапов могут корректироваться.

Например, если объект будет исследоваться методами корреляционно-регрессионного анализа, то в первую очередь следует определить основную цель: установить вид функции, связывающий параметр оптимизации объекта с факторами, оказывающими на него влияние, или определить силу (тесноту) зависимости функции от связанных с ней факторов. Далее действуют в следующей последовательности.

1. Если будет проводиться активный эксперимент, то производится выбор математической модели, с помощью которой предполагается описывать изучаемый процесс. Если априорных сведений о виде модели нет, то начинают с выбора линейной модели.

2. Производится проверка воспроизведения эксперимента, при которой исходные статистические данные оцениваются на возможность их использования в исследовании (проверка на однородность дисперсий замеров функции отклика по критерию Кохрена).

3. Вычисляются коэффициенты модели.

4. Производится дискриминация (сравнение) различных моделей и среди них выбирается наилучшая.

5. Выбранная модель проверяется на адекватность (по критерию Фишера).

6. Строится доверительный коридор и разбег среднего результата по каждому из действующих факторов.

7. Вычисляются простые (парные) коэффициенты корреляции.

8. Проверяется значимость вычисленных коэффициентов корреляции.

9. Вычисляются частные (парциальные) коэффициенты корреляции, и на основе этого строится диаграмма влияния каждого из факторов на исследуемую функцию.

10. Строится диаграмма влияния частных факторов на функцию отклика (параметр оптимизации).

Таким образом могут исследоваться как однофакторные, так и многофакторные модели (уравнения) различных видов: линейные, квадратичные, степенные, показательные, гиперболические, логарифмические, циклические и др.

Поле инновационной деятельности студента в вузе очерчивается научно-исследовательской работой, изобретательством и рационализацией, участием в развитии и совершенствовании материально-технической базы учебного процесса и в его методическом и информационном обеспечении.

5. РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Современная математика уверенно утвердилась во всех областях современного мира, более того, математическая экспансия становится привычной. Это происходит не только и не столько из-за конкретных успехов математики за последние годы, сколько от осознания необъятных возможностей применения математики и появления возросших потребностей в использовании этих возможностей.

Появление в какой-либо отрасли науки математических методов исследования в сочетании с математическим осмыслением соответствующей системы понятий и фактов предопределяет достижение этой отраслью достаточного уровня зрелости или начало нового этапа в ее дальнейшем развитии. При этом необходимым, но не достаточным является вычислительный аспект математики при объяснении глобальной математизации современного мира.

Сегодня математика предлагает общие и достаточно четкие модели для изучения окружающей действительности и решения конкретных проблем в отличие от более расплывчатых моделей, предлагаемых другими науками. Действительность же так усложнилась за счет познания новых ее сторон и создания человеком новых ее форм, что без упрощающих, формализующих, охватывающих наиболее существенные стороны явления моделей не обойтись. Создание таких моделей в какой-либо отрасли науки свидетельствует о том, что система понятий этой отрасли уточнилась настолько, что может быть подвергнута строгому и абстрактному, т. е. математическому, изучению. Математическая модель часто задается в виде особого языка, предназначенного для описания тех или иных объектов, например языка цифр, вычислительных методов или дифференциального и интегрального исчисления. Математическая модель становится предметом объективного изучения. При исследовании ее свойств познаются и свойства отраженной моделью реальности. Этим обусловлен и специфический характер математических открытий. Естественно-научные открытия обнаруживают ранее неизвестные свойства окружающего мира, а математические открытия – ранее неизвестные свойства рассматриваемых моделей мира. Наиболее революционные открытия дают начало новым моделям, например числа натурального ряда, а точнее, создание такого понятия

натурального числа (такой модели), при котором натуральных чисел оказывалось бесконечно много. Возникнув как инструмент в исследовании мира, понятие натурального числа само стало предметом исследований, приведших к выявлению скрытых, но объективных свойств этого понятия. Значительным достижением в античной математике было установление бесконечности множества простых чисел, создание теории чисел и алгебры, которая изначально использовалась для решения уравнений, каждое из которых является собой конкретную модель достаточно большого множества объектов. В современную алгебру входят комбинаторика, теория групп и теория поля.

Появление новых моделей нередко приводит к принципиальному повороту в развитии математики. Один из таких переломных моментов связан с величайшими достижениями математической мысли XIX века – открытием неевклидовой геометрии (правильнее сказать, неевклидовых геометрий) и возникновением теории бесконечных множеств. Открытие «неевклидовых геометрий» знаменовало начало новой эры в математике: впервые было обнаружено, что одну и ту же сторону реального мира (в данном случае его геометрическую структуру) можно отразить различными моделями, одинаково хорошо согласующимися с действительностью при определенных возможностях экспериментальной проверки.

И, наконец, одно из крупнейших достижений математической мысли (наряду, конечно, со многими другими) – теория множеств – дала универсальную систему понятий, которая охватила все существовавшие к тому времени математические теории.

Понятие множества – основное в математике. Действительно, почти вся современная математика может быть выведена из понятия о множестве при помощи правил логики. В математике термин «множество» используется для обозначения любого значимого собрания объектов, вещей или символов. Когда говорят о таком собрании объектов, то имеют в виду, что всегда можно однозначно установить, принадлежит или не принадлежит данный объект к рассматриваемому собранию. Таким образом, употребление слова «множество» в математике совпадает с его употреблением в обычной речи. Бесконечные множества обладают необычными свойствами. По мере изучения этих свойств математикам приходилось все более

и более оттачивать свои рассуждения, все более и более развивать математическую логику.

В настоящее время теория множеств является одной из основ таких областей математики, как теория функций, теория вероятностей, функциональный анализ, топология, общая алгебра и т. д. Ведутся глубокие исследования и в самой теории множеств. Эти исследования связаны с основами математики.

Теория множеств, успешное построение большинства математических теорий на основе теоретико-множественной аксиоматики и успехи математической логики являются весьма важными предпосылками для разрешения многих философских проблем современной математики.

Теоремы о невозможности универсальных алгоритмов для ряда математических проблем подтвердили положение о том, что живое мышление принципиально отличается от работы любого вида вычисляющих автоматов.

Непрерывное повышение уровня математической строгости одновременно с попытками представить самые сложные построения так, чтобы они стали интуитивно наглядными, возникновение одних понятий и уточнение других, переставших удовлетворять новым требованиям, деструктуризация казавшихся незыблемыми моделей и образование новых обобщающих моделей – весь этот процесс характерен для математики не менее, чем доказательство теорем, без которого, впрочем, данный процесс не имел бы смысла. Следует заметить, что здравый смысл в математике не менее уместен, чем во всякой другой науке. Математика подобна искусству – и не потому, что она представляет собой «искусство вычислять» или «искусство, доказывать», а потому, что математика как искусство – это особый способ познания, проявления аналогии художественных образов с математическими образами как специфической для математики форме отражения действительности. По образному выражению известного математика А. Н. Колмогорова: «Математика – это то, посредством чего люди управляют природой и собой». Есть мнение, что цель математики – это последовательное абстрагирование, логически строгая аксиоматическая дедукция и последующее еще более широкое обобщение. Это утверждение содержит долю истины, поскольку оно ограничивается односторонним метафизическим изображением действительности.

Математика как наука не имеет монополии на абстракцию. Понятие массы, скорости, силы, напряжения, тока – все это абстрактные идеализации физической реальности. Следовательно, такие математические понятия, как точка, пространство, число и функция, ненамного абстрактнее.

Система строгой дедукции из аксиом, принятая Евклидом в его «Началах», оказала большое влияние на математику. Однако излишнее ангажирование дедуктивной стороны математики приводит к недооценке таких элементов, как индукция, воображение, а также такому трудноуловимому процессу мышления, как интуиция. Дедуктивный метод, часто идущий от аксиом, позволяет достигнуть значительных результатов. Индуктивный метод Сократа, идущий от частного к общему и избегающий догматического подхода, открывает новые возможности творческого развития. Диалектика развития математики предопределяет дополнение дедукции индукцией; стремление к последовательному обобщению должно сдерживаться и уравниваться внимательным отношением к частностям. Взаимосвязь общего с частным, дедукции с конструктивным подходом, логики с воображением – неотъемлемые составляющие математики и научного исследования. В определенных случаях бывает достаточно использования одного из перечисленных аспектов, но в целом всякое перспективное движение научной мысли содержит все указанные аспекты.

Потребности науки в количественных показателях могут быть удовлетворены только при обращении к числам. Сбывается предсказание Декарта о том, что физика может быть геометризирована. В теории относительности, одном из двух, наиболее замечательных научных достижений прошлого века (квантовая теория – другое величайшее достижение), гравитационный эффект больших масс был сведен к геометрии.

Геометрия позволяет подкреплять формулы и придает им смысл. Она остается основным источником развития математической интуиции, которая, в свою очередь, усиливает творческие процессы. Высказывание Платона, что «геометрия приближает разум к истине», остается в силе.

Оценивая с современных позиций взаимосвязь между геометрией и алгеброй, можно сказать, что в отношении методики доказательств геометрия открыла широкие пути алгебре и анализу. Современную геометрическую трактовку сложных структур и много-

мерных пространств можно соотнести с утверждением Декарта в отношении евклидовой геометрии. Он называл ее «упражнением в осмысливании при непрерывном условии величайшего утомления воображения». Существенная особенность современной математики состоит в том, что главное, основное значение в ней приобретают аспекты понятийного, концептуального характера, а моменты вычислительного, формального порядка перемещаются на второй план. Особая роль в этом принадлежит математической логике.

Математическая логика является современной формой так называемой формальной логики, применяющей математические методы для исследования своего предмета. (Другие ее названия: символическая логика, теоретическая логика, логистика.) В математической логике собраны результаты законов структуры правильных выводов. Вывод является таким мыслительным процессом, в результате которого появляются новые открытия, без практических, экспериментальных исследований, на основании уже имеющихся (которые предполагаются правильными).

В действительности, новое открытие, полученное в результате вывода (так называемый окончательный вывод), в скрытой форме находится в предварительно имеющихся знаниях – предпосылках. Простейшие закономерности выводов открывались человечеством эмпирическим путем в ходе общественного производства (например простейшие соотношения арифметики и геометрии). Открытия более сложных законов связаны с результатами формальной логики. Первое крупное обобщение формальной логики принадлежит Аристотелю. В формальной логике с самого начала применялись математические методы. Задача математизации формальной логики была поставлена и осуществлена Лейбницем. Современная математическая логика объединяет такие направления, как логицизм, формализм и интуиционизм. Интуиционизм исходит из того, что точная математическая мысль основывается на интуиции, и отказывается от использования абстракции актуальной бесконечности и исключительного закона. При этом исследователь ограничивается мысленным созданием математических объектов, рассматривая их за пределами зависимости от мира вещей, используя логические построения.

Выдвижение в современной математике аспектов понятийного плана в значительной степени связано с резким возрастанием в ней роли топологии, которая, с одной стороны, является частью геомет-

рии, с другой изучает – свойства математических объектов, связанные с особенностями их взаимодействия, изучает, как из подмножеств «выстроено» в пределе то или иное множество. Топологические структуры составляются как действительные величины или евклидовы пространства и являются основой проявлений всех других математических свойств, характеризующих тот или иной объект.

Одной из существенных тенденций развития современной математики и ее приложений является повышение роли тех разделов науки, которые анализируют явления, имеющие «случайный» характер, изучаемые в теории вероятностей и корреляционно-регрессионном анализе. Это объясняется тем, что большинство возникших в последние десятилетия новых научных направлений соприкасается с понятием «кибернетика», тесно связанным с теорией вероятностей, математической статистикой, исследованием операций. При этом возникновение ряда новых, в большинстве своем «порожденных» теорией вероятностей наук, подобных, скажем, теории игр или теории информации, привело к положению, при котором теорию вероятностей также приходится рассматривать как объединение большого числа разнородных и достаточно глубоко развитых математических дисциплин. Важность методологического значения теории вероятностей и понимания связи между случайным и неизбежным, «динамическими» и «статистическими» закономерностями предопределяет место этой теории в системе современного образования.

Математизация современной науки выражается и в общенаучной, и общетехнической проблеме оптимизации. Постановка задачи оптимизации, формирование параметров и критериев оптимизации требуют не только владения методами формализации, абстрагирования, математической логики, но и глубокого знания сущности объекта исследования, а также возможностей современной математики. Современная прикладная математика располагает широким спектром методов оптимизации, таких как: линейное и динамическое программирование, теория графов, теория игр, теория массового обслуживания и др.

Степень использования той или иной отрасли науки математических методов и теорий является показателем ее объективности, качественного анализа рассматриваемых объектов, залогом эффективности научных исследований. В свою очередь, научные исследования стимулируют и обуславливают развитие математических дисциплин.

6. ВЗАИМОСВЯЗЬ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, ТВОРЧЕСТВА И ИННОВАЦИЙ

Творческим является процесс, в результате которого человек ищет и находит нечто новое, отличное от известного. Это требует определенных мыслительных усилий. Для научного исследования творческий процесс чаще всего включает постановку задачи и разработку алгоритма ее решения. Проблему творчества применительно к мышлению сформулировали философы Древней Греции: каким образом можно искать то, что неизвестно, а если мы знаем, что ищем, то что же нам еще искать? В этой парадоксальной формулировке выступает сложная и до конца не раскрытая проблема творчества – поиска и открытия нового. Нахождение нового, неизвестного зачастую происходит внезапно, как озарение, что подтверждается психологией мышления. Внезапность нахождения решения ставит вопрос: каким образом и в процессе чего получается желаемый результат? Определенная избирательность, детерминированность мыслительных процессов основываются на возможности предвосхищения искомого решения в виде связки между прошлым и настоящим, известным и неизвестным. Предвосхищение неизвестного выступает в виде гипотезы, замысла, плана решения.

Предыдущие этапы мыслительного процесса влияют на настоящие и последующие его этапы, но также могут оказывать обратное влияние на прошлое. С появлением настоящего начинается бытие прошлого и прошлых этапов мышления; при этом прошлый опыт преобразуется для настоящего. Это преобразование прошлого в состав настоящего характерно для развития вообще, и чем сильнее настоящее оказывает обратное влияние на прошлое, тем более творческим и креативным может быть процесс познания. Новые факты и данные позволяют более глубоко исследовать прошлое мышление. Мыслительный процесс по существу является творческим, но творческий процесс не сводится только к мыслительному. Мышление, открывающее новые знания, использует уже имеющиеся знания, но не сводится к ним. Однако это предполагает обязательную основу для творчества: знания, умения, опыта, что достигается путем получения образования. Психология высшей школы на первом этапе творчества ставит принцип, направляющий ход решения, на втором – его применение к решению. Эксперименты в данной обла-

сти показывают, что на практике эти два этапа непрерывно соотносятся друг с другом. Проблемы творчества рассматриваются двумя противоположными способами анализа.

Согласно первому способу анализа творческого процесса каждая предыдущая стадия мышления дает начало непосредственно следующей за ней стадии. Недостатком этого способа является отсутствие фазы предвосхищения искомого, поэтому всю детерминацию мыслительного, творческого процесса нельзя сводить только к взаимосвязи между предыдущей и последующей стадией процесса.

При втором способе анализа творческого процесса абсолютизируется момент предвосхищения еще неизвестного решения или результата. В предельном случае это превращается в телеологию, выводящую процесс только из его конечных результатов или первоначально поставленной цели. В этом способе анализа творчества не учитывается, что некоторое предвосхищение постепенно создается в процессе мыслительной деятельности. Оценивая эти способы анализа творчества, следует отметить, что детерминация мышления недостаточна для поисков неизвестного в первом случае и чрезмерна во втором.

Существует и синтетический подход к анализу творческого процесса, который заключается в следующем. В процессе творческого осмысления сначала умозрительно перебираются все признаки исследуемого объекта, все общие принципы, положения, концепции, которые могут быть с ним соотнесены. Делается это с тем, чтобы из них выбрать необходимые для решения задачи. Такой перебор и отбор возможных вариантов решения исключает детерминацию мышления. Направленность процесса предвосхищается тем, какой именно признак рассматриваемого объекта будет вычленен и проанализирован. Подобная избирательность – одно из существенных проявлений детерминации познавательной творческой деятельности. При таком предвосхищении результата механический перебор всех вариантов отпадает и детерминированность мышления становится невозможной.

При попытке исследовать мыслительные процессы творчества исходят из следующей гипотезы. Неизвестное, новое ищется как «носитель» определенных отношений, как нечто находящееся в определенных связях с уже известным. Если искомое неизвестное рассматривается как носитель определенных и определяемых отношений, то это и есть новое качество объекта, в котором он постепенно раскрывается субъектом по мере его включения в новые связи. Вы-

явление связей дает возможность познавать предметы не непосредственно, а косвенно, через другие предметы, находящиеся с ними в той или иной связи.

Наука стремится познать не только новое, но и сущность вещей и явлений. Для этого ученые выдвигают свои гипотезы и создают концепции, дающие возможность познавать явления действительности, тайны прошлого и загадки будущего. Об этапе предвосхищения в процессе творчества известный физик Гельмгольц писал: «Довольно часто счастливые мысли вкрадывались в мое мышление так, что их важность не осознавалась и позднее часто невозможно было восстановить, при каких обстоятельствах они пришли».

Методами повышения творческой продуктивности занимается такое научное направление, как синектика. Синектика исходит из гипотезы, что всякое оригинальное творчество связано с преодолением стереотипных ассоциаций и с нахождением новых, необычных связей между явлениями, событиями, идеями, концепциями, методами. Синектика предупреждает об опасности привычных представлений, которые могут провоцировать рутинное мышление, сковывать смелость мысли и препятствовать творчеству и инновациям.

Этап предвосхищения в творчестве неразрывно связан с интуицией. Интуиция, ее роль в процессе творчества и научного познания, механизм ее действия привлекают внимание специалистов многих областей науки. Если непосредственное знание выступает и как восприятие с помощью органов чувств, то имеет место чувственная интуиция, связанная с дорациональными способностями; если знание достигается прямым постижением истины умом без помощи доказательств, то это – интеллектуальная интуиция. Существует также чистая или мистическая интуиция, рассматриваемая как сверхрациональный дар. Интуитивность знания не рассматривается в качестве критерия научной теории, которая должна удовлетворять определенным логическим и гносеологическим требованиям. С другой стороны, процесс научного творчества предполагает выход за пределы того, что непосредственно логически вытекает из имеющихся принципов и экспериментальных данных. Он непосредственно не сводится к аналитической деятельности рассудка, но предполагает его синтетическую деятельность. В процессе синтетической, творческой деятельности создаются новое понятие, новая модель, новый метод, позволяющие по-новому посмотреть на имею-

щиеся факты, осуществить научный прогноз, выдвинуть новые гипотезы, пересмотреть и создать новые теории и концепции. И в этом процессе не следует недооценивать роль интуиции.

Существуют различные подходы к определению понятия интуиции. С позиций философии интуитивизма интуиция рассматривается как особенная иррациональная способность проникновения в сущность вещей. Энциклопедисты материалистического толка определяют интуицию как способ познания истины в результате духовно-практической деятельности человека, результат подсознательного процесса познания истины, реализацию соответствующего алгоритма, который разрабатывается разумом на основе практики. Специфическими свойствами интуиции являются воображение, предвидение, непосредственность, внезапность, подсознательность, скрытая логичность и др.

В отношении творческих способностей различают следующие типы личностей:

- критики – способны обнаруживать недостатки в чужих работах, но не способные заменить устаревшее новым и лучшим;

- практики – способны использовать существующие теории, методы и технологии для решения конкретных проблем;

- разработчики – способны решать поставленные проблемы и задачи, совершенствовать объекты или расширять сферы их применения, проводить проектные работы, реконструкцию и модернизацию инновационных идей;

- творцы – постановщики проблем, создатели новых понятий, принципов, теорий, концепций, методов и путей мышления.

Для успешной научной деятельности в зависимости от направления и стадии исследований необходимы оптимальные соотношения специалистов перечисленных типов. Как говорил Конфуций: «Учение без размышления вредно. Размышление без учения опасно». Считается, что специалист способен определить сущность вопроса в отличие от профана или новичка, которые теряются в подробностях. От современного специалиста как творческой личности востребовано умение перенести опыт из одной жизненной ситуации в другую. Каждая область знания стремится к цельной системе понятий, ассоциированных между собой. Способность и умение переходить от одной системы знаний к другой, умение увязывать их между собой и применять знания, полученные в одной области, в другой – неотъемлемый атрибут современного творческого человека и требование общества к подго-

товке специалистов высшей квалификации. В отношении математиков польский математик С. Банах интерпретировал это требование следующим образом: «Математик – это тот, кто умеет находить аналогии между утверждениями, лучший математик – тот, кто устанавливает аналогии доказательств, более сильный математик – тот, кто замечает аналогии теорий, но можно представить себе и такого, который видит аналогии между аналогиями». В целом науке присущи постоянная избирательность и изобретательность, активность сил созидания. В процессах научной работы и творчества требуется не меньше фантазии, воображения и воодушевления, чем в искусстве.

Когда на научные исследования налагаются требования целесообразности, продуктивности, качества и эффективности, то они преобразуются в научно-техническую деятельность со всеми атрибутами техники. Изобретение, по мнению Р. Дизеля, состоит из двух частей: идеи и ее осуществления.

Идея в широком смысле – это мысль, намерение, план. В философии и логике – форма отражения действительности, которая выявляет главную мысль, направляющий теоретический принцип, сущность, закон существования и развития явлений. Зарождение идеи может происходить как мгновенно, так и на фоне многочисленных изысканий, в процессе отделения существенного от несущественного до момента возникновения конкретной четкой мысли, мыслительного образа. В технике задуманный первоначально идеальный образец редко совпадает с действительным. Прежде чем будет создана действующая модель, понадобится немало труда и воображения в процессе доводки. Творческое воображение инженера, изобретательность и новаторство, инновации в науке и технике не проявляются без наличия информации, различных точек зрения, интеллектуальной атмосферы. Ни чистая, ни прикладная наука невозможны без творческого воображения. Истина познается не созерцанием, а контролируемым творческим воображением в сочетании с организованным действием, изобретательностью и последовательной проверкой догадок. Творческий научный процесс, в котором чувство меры, естественная гармония интеллекта в большинстве своих реализаций окажут благотворное влияние, основан на обширной, гибко организованной иерархической системе знаний. Порождение инновационных идей является творческим процессом, в котором взаимодействуют наработанный интеллект, подсознание и интуиция.

7. ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ КАК ЕДИНСТВО ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЕЙ

Теория и эксперимент представляют собой противоположности, единство которых обеспечивает развитие науки, образования и производства. Теория может рассматриваться как комплекс взглядов, представлений, идей, направленных на истолкование и объяснение какого-либо явления, процесса, объяснения в прошлом, настоящем и будущем. С другой стороны, теория может стать мощным средством и способом преобразования действительности.

Теория в широком смысле – знания, которые развиваются людьми, о явлениях природы и общества; в узком смысле – одна из форм в логической структуре знаний, которая использовалась уже в «Основах» Эвклида, но научное развитие получила в XVIII веке в трудах И. Канта и др.

В настоящее время теория как форма выводимых знаний всесторонне изучается логикой. Логика под теорией подразумевает систему строго доказанных научных положений. Эта система относительно замкнутая и законченная, но развивающаяся. Элементами теорий являются понятия, их определения, высказывания, умозаключения, выводы, доказательства и другие формы, обусловленные сущностью теории.

Теория – синтетическая форма мышления, так как включает в свою структуру ряд элементов. Каркас теории составляют основные фундаментальные понятия (категории). Суждения, которые входят в теорию, могут сворачиваться в понятия (категории). И даже теории в целом могут «сворачиваться» в одну или несколько категорий и развертываться на их основе, поэтому категориальное построение теорий становится их важнейшим признаком. Понятия (категории) и суждения в теории связаны между собой отношениями выводимости одного из другого, хотя в основу теории закладываются невыводимые положения – аксиомы. Поэтому каждая развитая теория – относительно замкнутая система, в которую нельзя произвольно включить (так же как и исключить) какое-либо понятие. В зависимости от сложности исследуемых в теории объектов они могут быть моно- и полисистемными. Наиболее важные полисистемные теории образуют современные отрасли наук.

Таким образом, *теория* – это система обобщенного знания, объяснение тех или иных сторон действительности, мысленное, идеальное отражение и воспроизведение реальной действительности. Вместе с тем она связана с практикой, которая ставит перед наукой назревшие проблемы, требующие решения, поэтому практика и ее результаты в том или ином виде в качестве органического элемента входят в теорию.

Эксперимент представляет собой исследование каких-либо явлений путем активного воздействия на них или при помощи создания новых, специальных условий, соответствующих целям исследования, или через изменение течения процесса в нужном направлении, «в чистом виде».

Эксперимент дает возможность изучать объект в целом или по частям, сравнивать состояние объекта в разнообразных условиях, повторять явление до того времени, пока не будет достигнута цель исследования. Эксперимент – одна из форм общественно-исторической практики, направленная на познание и преобразование действительности. Он дает факты для теоретических обобщений, применяется для подтверждения теорий и гипотез. Совместно с экспериментом широко практикуется простое наблюдение, которое не предусматривает активного воздействия на объект (пассивный эксперимент).

К экспериментальным исследованиям относится также «мысленный эксперимент», при котором прибегают к оперированию идеальными образами, к построению и использованию разнообразных моделей, что также является подтверждением единства теории и практики.

Эксперимент является материальной базой теоретического исследования, силой, способствующей развитию науки. Он приобретает смысл в связи с определенной идеей, предварительным представлением о причинных связях в исследуемых объектах и явлениях. Это значит, что эксперимент следует за теорией. Вместе с тем именно эксперимент дает возможность не только проверять теоретические выводы, но и выработать взаимосвязанную систему понятий, отражающих внутренние свойства материальных объектов. В процессе эксперимента происходит сопоставление теории с действительностью, вскрываются противоречия между ними, создаются новые мысленные построения, соответствующие новому содержанию. В силу неисчерпаемости материального мира результаты экспериментов выходят за пределы существующих теорий и спо-

способствуют продвижению науки вперед, но действительным источником прогресса является производство. Хотя техника значительно зависит от науки, но еще более наука зависит от состояния и технических потребностей общества. Теория определяет эксперимент, что действительно реализуется в теории планирования эксперимента, в частности, в симплекс-решетчатом планировании эксперимента. Действительно, как утверждал П. Л. Капица, «нет ничего практичней, чем хорошая теория...».

8. ИНФОРМАЦИЯ КАК ЦЕЛЬ, СРЕДСТВО И ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ

В процессе познания закономерностей природы и овладения ими в целях развития общественного производства, т. е. в своей научно-технической деятельности, человечество все чаще сталкивается с так называемым информационным барьером, с безгранично растущим объемом информации. Подсчеты говорят о том, что в недалеком будущем одна только переработка этой информации могла бы поглотить большую часть трудовых ресурсов общества. Информационный барьер возник потому, что вся предшествующая и ныне существующая техника служила и в значительной степени служит усилителем физических сил человека. Автоматизация и кибернетическая техника создают материальные условия для интеллектуальных сил и тем самым делают возможным преодоление информационного барьера, облегчают познание и овладение теми свойствами мира, которые до сих пор были недоступны человеку.

Информация в общем виде – это совокупность фактов, событий, явлений, представляющих некий интерес и подлежащих регистрации, хранению и использованию, а также область человеческой деятельности, связанная с применением ЭВМ. Как наука, информатика изучает законы и методы накопления, передачи и обработки информации с помощью компьютеров. Компонентами информатики являются информация, программирование, математические методы, алгоритмы, вычислительная техника, программы.

Теорией информации порождено множество интересных технических, физических, биологических, психологических и лингвистиче-

ских исследований. Также эта теория поставила перед учеными ряд важных вопросов математического и мировоззренческого характера.

Понятие «информации» в известной степени входит в определение кибернетики. А. Н. Колмогоров определяет кибернетику как учение о «способах восприятия, хранения, переработки и использования информации в машинах, живых организмах и их объединениях».

Человек накапливает информацию об окружающем мире, систематизирует ее и ищет закономерности в этой информации; человека интересует, почему существуют эти закономерности, он передает свои знания следующим поколениям. Основные черты научной деятельности:

- 1) накопление информации путем наблюдения;
- 2) систематизация информации и выявление закономерностей;
- 3) установление причин существования этих закономерностей;
- 4) передача приобретенных знаний.

Научно-технический прогресс обуславливает все большее значение творческого труда ученого и конструктора, инженера и организатора, работника промышленного предприятия, – труда, совершенствующего производство и качество продукции за счет изменения сложившихся методов его организации, внедрения инновационных идей, процессов и технологий. Одним из важнейших средств повышения производительности творческого труда является совершенствование информационных процессов, благодаря которым каждый работник имеет возможность использовать предшествующий опыт, избегать дублирования, делать так, чтобы результаты его труда находились на современном уровне.

Число научных публикаций растет по экспоненциальной (показательной) кривой, и если так пойдет дальше, то недалек тот момент, когда человек окажется не в состоянии нормально усваивать нужную для научной работы информацию.

Возможно, выход заключается в том, чтобы выяснить, какое знание является простым и какое сложным, и на базе этого разработать методы реконструкции знания, т. е. приведения его к более простой форме при минимуме потерь, сохранения, а в ряде случаев – даже увеличения его информационной ценности.

Методы упрощения, применяемые в одной области человеческой деятельности, поскольку они имеют общую логическую содержательность, становится возможным применять и в других областях.

Например, результаты многочисленных экспериментальных исследований зачастую фиксируются одной точкой на графике.

Возможно, в будущем то или иное объемное описание может быть заменено одним небольшим графиком, формулой или другим кратким материалом, а информация при этом не будет теряться. В других отраслях эти данные могут несколько отличаться от приведенных, но, видимо, незначительно. Исследования показали, что, например, ученый-химик затрачивает на информационные процессы 35 % рабочего времени. Очевидно, что когда речь идет о совершенствовании информационных процессов, то имеется в виду рациональное использование более 1/4 затрат творческого труда. Важно подчеркнуть: дело не только и не столько в том, чтобы сократить затраты труда на информационные процессы, что само по себе очень важно, сколько в том, чтобы сделать эту работу более продуктивной, а в конечном итоге – обеспечить общее повышение производительности творческого труда.

Во всем мире имеется около 50 тыс. научно-технических журналов (в среднем каждую минуту публикуется одна работа по химии, каждые три минуты – одна по физике и каждые пять минут – одна работа по биологии). Сегодня во всем мире ежедневно печатают материалы приблизительно на 500 млн м² бумаги, притом что существуют тысячи электронных изданий и возможности Интернета по предоставлению информации далеко не исчерпаны.

Даже при крайне узкой специализации ученый не может сразу охватить все опубликованные работы по своей специальности. С другой стороны, специализация сегодня зашла настолько далеко, что большую часть этих работ серьезно изучают, вероятно, очень ограниченное число ученых. Институт, выписывающий научно-техническую периодическую литературу и складывающий ее в своей библиотеке, накапливает информацию, 9/10 которой вообще не прочитывается серьезно. Возможно, что для крупных централизованных библиотек эти цифры более выигрышны, но и там условия аналогичны, дело затрудняется постоянным выходом новых журналов и увеличением объема уже имеющихся.

Количество информации, которую должен воспринимать человек, растет чрезвычайно быстро. Информационный поток, направленный на человека, превосходит возможности восприятия, а тем

более переработки, и нужно думать, в каком направлении искать пути восстановления равновесия.

Надо сказать, что эта проблема в той или иной форме ставилась и раньше. Разработка каталогов, выпуск справочников, создание всевозможных коллекторов – все это частные меры, помогающие тем или иным группам населения временно справиться со все более интенсивным поступлением информации. В связи с этим особый интерес приобретает исследование универсальных закономерностей человеческого восприятия информации. Только такое исследование позволит дать широкие рекомендации и направить практические усилия в нужное русло. Уровень современных психофизических исследований и математики дает возможность подойти к решению ряда общих проблем организации информационного потока с целью повышения его «усвояемости».

Как известно, количество информации, содержащейся в сообщении, тем больше, чем она неожиданнее. Конкретный закон зависимости богатства информации от вероятности сообщения определяется так называемым требованием аддитивности: при поступлении двух независимых сообщений количества информации складываются. Количество информации пропорционально логарифму вероятности данного сообщения. На первый взгляд это просто, однако здесь имеется «подводный камень»: необходимо располагать однозначным способом установления вероятности событий. В классической термодинамике, у которой теория информации позаимствовала очень многие методы, вероятность определяется с помощью некоторых законов, заданных в виде аксиом. В информационном анализе языка вероятность заданного набора букв оценивается с точки зрения идеализированного читателя, просмотревшего все тексты на данном языке и запомнившего, как часто встречаются те или иные буквенные сочетания. Но очевидно, что оба эти способа определения вероятности в реальном случае человеческого восприятия оказываются непригодными, так как здесь время ожидания сообщения зависит от различных причин, в том числе и от «настройки» психики.

Человеческая психика обладает гигантской способностью к адаптации. Меньше всего она боится условности, что подтверждается существованием искусства, зато она не терпит выпадения явлений из рамок принятого в данный момент типа условности, т. е. информационной перегрузки. Надо заметить, что психике противопоказа-

на также и недогрузка – замедленное поступление информации. От этого возникает ощущение скуки и утомления. Следовательно, одно из основных условий эффективного восприятия информационного потока – равномерность этого потока, расчленение поступающей информации на «съедобные» порции, поглощаемые сознанием без чрезмерного усилия, но и без чувства работы вхолостую.

Поскольку всякое сообщение растянуто во времени, первоначальные его звенья должны создать определенную настройку, заложить в сознании конкретный критерий оценки вероятности, иными словами, погрузить человека в мир с достаточно четкими законами ожидаемого. Последующие элементы сообщения должны быть согласованы с этими законами: не слишком от них отклоняться (иначе информация будет чрезмерно большой и не усвоится), но все же отклоняться (иначе поток информации прекратится и начнется «простой» сознания). Если эти требования выполнены, можно считать, что информация гармонизирована.

Информация, заключенная в событии, есть мера неожиданности этого события, и психика человека должна быть подготовлена к восприятию этой информации. Но не все зависит от оперативной подготовки, осуществленной непосредственно перед восприятием. Существуют и такие прогностические критерии, которые гнездятся в нашем сознании от рождения. Это обстоятельство обязательно следует учитывать при оценке информационной нагрузки.

Кстати, из всех сочетаний букв русского алфавита только два слова на 1 млн имеют смысл.

Умело использовать предварительную информацию чрезвычайно важно. Фактически в разработке способов такого использования и состоит основная задача гармонизации информационного потока. Ведь нужно учесть, что врожденное знание есть не что иное, как информация, полученная нашими предками и переданная нам с помощью механизма наследственности.

Любопытно, что тяга человека одновременно и к стандарту, и к необычному проявляется не только при восприятии зрительных образов, но буквально на каждом шагу повседневной жизни. Известно, например, что люди часто стремятся поступать «как все». Инстинкт подражания себе подобным живет в каждом из нас. В то же время мы ценим в себе и других индивидуальность, оригиналь-

ное отличие от всех остальных, если только это отличие не заходит слишком далеко.

Удивительно четко работающий механизм регуляции мозга требует, чтобы постоянно выполнялось строгое соответствие между темпом поступления информации и темпом ее усвоения. Это означает, что человек все время чувствует потребность испытывать определенную долю «удивления», считать определенную часть происходящего вокруг новым, неожиданным, в то время как другую часть ему настоятельно необходимо принимать как нечто аксиоматически установленное. Далее это приводит к тому, что каждый человек постоянно расширяет сферу усвоения, постепенно включает в стандарт то, что ранее было отклонением.

Работа с информационными материалами многими исследователями справедливо отождествляется с поисками крупинки золота (ответа на нужный вопрос) в огромной многотонной массе породы.

При создании общегосударственной системы научно-технической информации основное внимание направлено на разработку научных основ построения прогрессивных форм информационного обслуживания, на создание автоматизированных информационно-поисковых систем и моделирование процессов умственного труда с целью разрешения вопросов автоматического реферирования, машинного перевода и речевого управления электронными информационными системами.

Ведется разработка методов теории распознавания образов применительно к информационным задачам. Использование методов локального анализа изображений в сочетании с методами обучения и эвристического программирования, очевидно, должно привести к построению многошрифтовых читающих автоматов, а также систем, извлекающих сведения из изображений по запросу. Важна разработка быстродействующих устройств ввода и вывода цифровой, буквенной и графической информации, а также специальных технических средств: запоминающих устройств большой емкости с адресным и ассоциативным поиском информации, устройств логической обработки информации и др.

9. ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эффективность научных исследований и инновационной деятельности – значимый экономический показатель, который отражает результативность и продуктивность задействованных процессов, соотношение между затратами живой и овеществленной работы и результатами.

В основе умственного труда лежит информация – ее получение, обработка и передача. Физиологические особенности человека позволяют ему хранить в памяти и перерабатывать определенные объемы информации. С ростом цивилизации увеличивалась мощность информационных потоков, что сначала привело к разделению трудовых функций на профессии и созданию внешних органов памяти (библиотек и архивов), а затем – к появлению кибернетических форм организации трудовых процессов.

Умственный труд включает ряд процессов: разговор, письмо, чтение, поиск, эксперимент, расчет и др. Но только один процесс, расчет был рационализирован и за столетие совершил шаг от конторских счетов до быстродействующих электронных машин. Все же остальные процессы остались почти без изменений, растворив в себе главный процесс – мышление. Поэтому задачей сегодняшнего дня является не столько создание «думающих» машин, сколько укрепление процесса мышления путем сокращения удельного веса подсобных процессов.

Разговор – самая оперативная и дешевая форма обмена информацией. Но далеко не все умеют четко излагать свои мысли, отделять главное от менее существенного, регулировать передачу и восприятие устной информации. Подсчитано, что инженер в среднем тратит 40 % рабочего времени на разговоры (подразумеваются разговоры, связанные с производством). Повысив полезность информации, можно в несколько раз увеличить эффективность инженерного труда.

Письмо как информационный процесс требует коренного пересмотра, особенно там, где сотрудник тратит на составление документов большую часть рабочего времени. Значительным тормозом в рациональном использовании документов является традиционный стиль изложения, который не только удлиняет процесс письма, но и делает неудобным чтение, скрывая за многочисленными синонимами истинный смысл какого-нибудь явления. Возможно, следует

широко применять анкетные формы документов; это более рационально, так как не менее 60 % читателей интересуются не всем документом, а его отдельными частями, которые нетрудно отыскать, имея четкую классификационную схему.

Говоря о процессе чтения, следует подчеркнуть, что количество печатной информации во всем мире увеличивается экспоненциально: оно удесятерится через каждые 50 лет, а по отдельным отраслям – через три-четыре года. В настоящее время ежегодно издается 7 млрд страниц текста (независимо от тиражей). Вследствие таких объемов химик, например, удастся прочитать за свою жизнь не более 0,25 % литературы по специальности.

Рационализация чтения кроме использования анкетных форм документов требует их компактного хранения (в виде микротекстов), автоматического перевода и считывания, а также решения некоторых других задач.

Поиск относится к числу наиболее важных информационных проблем. С точки зрения математики информацию можно представить в виде многомерного пространства, разбитого на отдельные участки – объекты. Чтобы найти данный объект, необходимо описать его достаточно большим набором поисковых признаков, которые пронизывают всю рассматриваемую систему. Кибернетика предлагает использовать многоходовые документальные системы, структура которых существенно отличается от традиционных одноаспектных библиотечных классификаторов, где каждой книге чаще всего приписан только один поисковый признак (индекс). Вследствие этого использование большей части библиотечных и архивных фондов существенно замедляется. Относительная доступность книги приближается к 100 % только через десятки лет после опубликования, когда книга успевает почти полностью устареть. Масштабы дублирования научных работ, изобретений и инженерных решений в отдельных случаях достигают очень большой величины.

Свойство машины моделировать любой детерминированный информационный процесс, опирающийся на исходную информацию, обычно называется алгоритмической универсальностью. Известно, что современная вычислительная техника обладает этим свойством. Именно поэтому они и называются универсальными машинами. Наличие подобных машин автоматически переводит вопрос о воз-

возможности моделирования того или иного процесса в возможность точного описания этого процесса на основе конечной информации.

Вопросы, связанные с повышением эффективности научных работ, являются, с одной стороны, важными, а с другой – недостаточно исследованными. Общеизвестно мнение о том, что исследования становятся все более сложными и трудности в измерении продуктивности исследовательской работы увеличиваются.

Исследования и разработки представляют собой один из наиболее сложных видов человеческой деятельности. И хотя прямые выгоды, получаемые в результате их проведения, велики, они, несомненно, ускользают от точного измерения.

Очевидная потребность в исследованиях наряду с отсутствием надежного метода измерения эффективности породила стремление увеличивать издержки, и капиталовложения в эту сферу деятельности продолжают подниматься вверх по спирали.

Исследования усложняются по мере того, как отступают границы неизвестного и растет запас знаний. Неизбежным результатом этого в практике является рост как стоимости, так и финансового риска, связанного с осуществлением исследований.

Увеличение расходов на исследования носит в большинстве случаев экспоненциальный характер, причем темпы роста постоянно ускоряются. Исследования достигли таких размеров, что ныне они составляют один из главных факторов в экономике развитых стран.

Стало почти аксиомой, что прогрессирующей и высоко прибыльной в будущем станет та компания или фирма, которые сегодня осуществляют более широкую программу исследований.

Эта новая отрасль – промышленность исследований – отличается от более старых отраслей тем, что ее первичная продукция состоит из инновационных идей, новых открытий в научном познании, новой продукции, инновационных процессов. Она отличается также тем, что в ней как продукция, так и открытия могут отсутствовать в течение длительного времени и что даже после совершения открытия во многих случаях нельзя предугадать стоимость будущей продукции. Более того, здесь нет полной уверенности в том, что те или иные исследовательские достижения обеспечат прибыль. Проект, требующий затраты сотен тысяч или даже миллионов долларов и поглощающий несколько лет времени, может оказаться безрезультатным. Все это

вместе с возрастающей стоимостью исследований подчеркивает насущную потребность в их более эффективном контроле.

В последнее время изменился подход администрации к контролю стоимости исследований. Например, теперь важны такие вопросы:

цели, стоящие перед собой предприятием при проведении исследовательских работ;

составление рациональных и эффективных исследовательских планов;

приоритеты при выборе представленных проектов;

надежность методов выбора проектов;

оценка эффективности работы персонала;

оптимальное количество средств на проведение исследований;

степень влияния исследовательских работ на прибыль предприятия.

Ответы на эти вопросы могут быть найдены путем применения научной методологии к самому процессу управления.

Управление дает возможность руководству с разной степенью эффективности осуществлять планирование, организационную работу и контроль. Эти виды деятельности должны быть организованы таким образом, чтобы они могли способствовать достижению целей предприятия. Руководители научными исследованиями, хотя они и сталкиваются с некоторыми специфическими проблемами, должны пользоваться теми же основными методами управления. Однако по ряду причин усовершенствованные способы и научные методы управлений применяются к исследовательской деятельности в меньшей степени, чем к большинству других видов деятельности.

Другим препятствием к разработке специализированной техники и методики контроля над исследовательскими работами является давнишняя позиция невмешательства со стороны администрации, основанная на опасении, что строгий контроль может неблагоприятно отразиться на творческих способностях исследовательского персонала. Практика невмешательства администрации в контроль над исследованиями довольно широко распространена. Это якобы дает наиболее эффективные результаты, поэтому считается, что первоочередной задачей управления должно быть обеспечение условий для научного творчества, но ни в коем случае не издание приказов и распоряжений служащим. Главное – это система стимулирования, поощрения и индивидуального подхода к каждому исследователю. Это направление особенно ярко выражено в следующем (довольно спор-

ном) утверждении: «В ненаучных организациях администратор, как правило, ведет себя как обычный руководитель предприятий. Но для работы в научно-исследовательских организациях чрезвычайно важно в корне изменить это положение: ученые находятся там не для того, чтобы выполнять распоряжения администратора; наоборот, администраторы там должны обслуживать ученых».

Научные работники не должны подвергаться такому детальному контролю, как производственные рабочие, и все же при этом не исключается разумная степень контроля. Консультанты по вопросам управления одной из фирм США изучили мнение ученых и нашли, что они: не возражают против работы под относительно строгим административным контролем; стремятся точно знать, чего хочет от них руководство; им присущи личные черты, которые наблюдаются также и у людей, не связанных с наукой. Это говорит о том, что и планирование и контроль в этой отрасли нужны. В настоящее время труд ученых, ведущих поиск решения научной проблемы, сочетается с современными условиями работы на сложном оборудовании, с большим количеством вспомогательного персонала, наличием специализированных служб сбора информации либо систем технико-информационного поиска и т. д.

В наши дни в результате развития науки исследовательские проекты стали высокоорганизованными и очень дорогостоящими, поэтому управление научными исследованиями осуществляется в соответствии с теми же принципами, что и управление всеми другими видами деятельности. Исследование должно быть тщательно спланировано, хорошо организовано и находиться под эффективным контролем.

Прикладные исследования и разработки представляют собой процесс решения той или иной проблемы. Открытие можно определить как достоверное выявление новых связей, а подготовительную работу – как деятельность, необходимую для того, чтобы открытие могло совершиться. Открытие часто происходит внезапно, но всегда является результатом серьезной подготовительной работы. Значительная часть исследовательской деятельности состоит из сбора данных, их обработки, инженерного обеспечения, приобретения оборудования и многой другой технической работы. Деятельность, связанная с собственно открытиями или решениями, составляет примерно 10 % всей научно-исследовательской работы.

Известная истина, что исследование на 5 % состоит из вдохновения и на 95 % – из труда, выражает ту мысль, что большая часть исследовательской работы носит технический характер и требует привлечения большого числа инженерного и вспомогательного персонала.

Большинство научных экспериментов показало, что отбор соответствующих фактов и образцов без слишком грубых отклонений требует большой осторожности. Исследователь не в состоянии поглотить все доступные ему знания, и все же он не имеет права выбирать наугад. Таким образом, научный метод состоит в том, чтобы с помощью эволюции, интуиции или интроспекции (самоанализа) формулировать первоначальную концепцию или теорию и в последующем проводить специальные наблюдения, подтверждающие или опровергающие ее. Исследователь должен преодолевать врожденное отсутствие гибкости и проявлять честность и прямоту при сопоставлении наблюдаемых явлений со своей гипотезой.

Не все считают, что научный метод не применим к искусству управления, поскольку в данном случае в основном приходится иметь дело с людьми. При этом явно подразумевается, что когда дело касается людей, объективный подход невозможен. Такое утверждение вряд ли стоит считать правильным, ибо в отношении людей можно точно так же собрать факты и проверить гипотезы, как и в отношении любых других явлений.

Большинство администраторов, ведающих исследованиями, имеют хорошую научно-исследовательскую подготовку. Как правило, администратор, работающий в этой области, знаком с научными методами, т. е. знает, как следует формулировать подход к проблеме (или гипотезе), собирать соответствующую информацию, интерпретировать ее и делать вывод о том, подтверждается ли выдвинутая гипотеза. Но количественные исследования научных явлений по сравнению с явлениями, имеющими место в промышленности, требуют более высокой точности, а наблюдения – большей объективности. Заняв административный пост в исследовательской организации, вчерашний ученый должен применять свои научные методы к изучению предприятия, гораздо хуже поддающегося точному исследованию; нередко возникает стойкая тенденция к использованию интуитивных, приближенных методов. Тем не менее существует научный подход, применимый ко многим проблемам и решениям, с которыми сталкиваются руководители исследовательскими работами. Специ-

фика исследовательской работы состоит в том, что здесь нельзя провести прямого сопоставления между затратами, измеряющимися в денежной форме и человеко-часах и полученными результатами.

В отношении эффективности постановки научной работы следует иметь в виду, что, как это ни парадоксально, наука, которая учит работать лучше и эффективнее, порой сама организует, планирует и решает свои задачи на базе интуиции, сложившихся традиций и индивидуального опыта. Научные работники внимательно изучают пути и возможности повышения эффективности научной работы.

Необходимо упомянуть об очень важном утверждении. Производительность труда или, образно говоря, «коэффициент полезного действия» исследователя в большой мере зависит от него самого: его организованности, собранности, целеустремленности, умения владеть добытыми фактами, анализировать их, обобщать, приходиться к обоснованным выводам, принимать правильные решения и реализовывать их.

Многочисленные примеры из отечественной и зарубежной практики свидетельствуют о том, что компьютеризация экономики является в целом оправданной и эффективной. Предпосылки экономической эффективности компьютерной техники заключаются в возможности широкого использования на ее базе современного математического аппарата, позволяющего установить пути оптимального управления многими хозяйственными процессами, ускорения обработки больших массивов информации и принятия решений, сокращения затрат на управление.

Нередки случаи, когда дорогостоящее оборудование устанавливается без соответствующего математического обеспечения в расчете на то, что оно будет создано в последующем. Игнорирование необходимости предварительной разработки комплекса алгоритмов и программ приводит в дальнейшем к недогрузке компьютерной техники и, как следствие, – к убыточности системы автоматизированных центров управления.

Уже сейчас день работы программиста, по существу, эквивалентен по времени одной минуте работы процессора компьютера, в будущем этот разрыв увеличится. Значительное число разнообразных задач управления и разновидностей экономической информации (только различных форм документов насчитывается на каждом предприятии сотни), большая специфика обработки данных и ее слабая

изученность по каждому объекту, трудности создания систем автоматического программирования требуют пристального внимания к своевременной разработке алгоритмов и программ.

Весьма интересны суждения, высказываемые по поводу публикации научных статей. Поток научных статей растет с каждым днем, а объем журналов увеличивается довольно медленно. Принятые статьи иногда лежат годами, устаревают и теряют актуальность, прежде чем появятся на страницах журналов; нередки случаи, когда статьи отклоняются не потому, что они ошибочны или неинтересны, а из-за ограниченного объема журнала.

Требование рентабельной работы издательств, безусловно правильное по отношению к массовым изданиям, порой механически переносится на научную литературу. В результате многие научные работы не могут быть опубликованы из-за недостаточного тиража (и вследствие плохой организации распространения); не могут быть найдены те несколько тысяч покупателей, чьи деньги обеспечили бы рентабельность этого издания. Нередко в данной области знания в настоящее время работает ограниченное число людей. Это приводит к тому, что ценнейшая книга или сборник статей не публикуются.

Высказывается вполне справедливое суждение о том, что коммерческий подход к изданию научно-технической литературы неправомерен. Ценность ее не должна определяться числом потенциальных покупателей. Общество не может позволить себе терять драгоценный продукт – результаты научных исследований, ведь наука – самая рентабельная, самая прибыльная область человеческой деятельности. Следовательно, каждая апробированная и рекомендованная к опубликованию работа должна быть издана. Повышать рентабельность научных изданий нужно не путем сокращения числа публикуемых работ, а посредством лучшей организации работы издательств и книготорговли, в том числе квалифицированного обсуждения и рецензирования рукописей, хорошей рекламы и изучения спроса, проведения гибкой издательской политики (использования таких средств, как пробные выпуски, допечатки и др.), умелой широкой продажи научной литературы и т. д.

Степень достижения целей научного исследования и инновационной деятельности во многом определяет их эффективность. При этом основной принцип количественной оценки (критерия) эффек-

тивности состоит в соизмерении результатов деятельности и затрат на их достижение.

Различают эффективность сравнительную и абсолютную (общую).

Эффективность сравнительная имеет своей целью выбор наиболее эффективного (с тех или иных позиций заинтересованности) варианта объекта оценки – научно-исследовательского или (и) инновационного процесса. Обычно определяется сравнением вариантов по разности приведенных затрат.

Абсолютная эффективность определяется соизмерением получаемого абсолютного (т. е. измеряемого в ценах периода получения и оценки), экономического и социально-экономического эффекта со всей суммой затрат (также в ценах периода оценки), связанных с его получением.

Обобщенный эффект – это аккумуляция определенного подмножества непосредственных эффектов какого-то мероприятия (системы мероприятий) в рамках объекта воздействия, выражаемый некоторой функцией (называемой транслирующей) интенсивности и специфики этого мероприятия.

Модели эффективности рассматриваются в теории транслирующих функций. Транслирующая функция обобщенного эффекта представляет собой единство двух сторон:

1) аккумулярующей, в которой происходит фильтрация, накопление и трансформация соответствующих элементов множества, позволяющая количественно выразить качество данного обобщенного эффекта некоторой совокупностью зависимостей;

2) транслирующей, на которой определяются число, вид и количественные выражения элементов транслирующего подмножества.

Теория транслирующих функций является частью современной развивающейся теории эффективности как отдельного направления экономической науки.

Литература

Основная

1. Гольдштейн, Г. Я. Стратегический инновационный менеджмент : учебное пособие / Г. Я. Гольдштейн. – Таганрог : ТРТУ, 2004. – 267 с.
2. Кучур, С. С. Научные исследования и решение инженерных задач / С. С. Кучур, М. М. Болбас, В. К. Ярошевич. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2003. – 416 с.
3. Крутов, В.И. Основы научных исследований : учебник для техн. вузов / В. И. Крутов. – М. : Высшая школа, 1988. – 400 с.

Дополнительная

4. Авдонькин, Ф. И. Оптимизация изменения технического состояния автомобиля / Ф. И. Авдонькин. – М. : Транспорт, 1993. – 265 с.
5. Дорофеев, В. Д. Инновационный менеджмент : учебное пособие для вузов. – Ростов на Дону : Феникс, 2009. – 442 с.
6. Хардагон, Эндрю. Управление инновациями. Опыт ведущих компаний / Эндрю Хардагон. – М. : Вильямс, 2007. – 290 с.

Оглавление

Введение	3
1. Методология современной науки	4
2. Моделирование как метод теоретического и практического познания	20
3. Основы инновационной деятельности	25
4. Специфика научно-исследовательской, самостоятельной и инновационной деятельности студента	38
5. Роль математики в современных научных исследованиях	43
6. Взаимосвязь научного исследования, творчества и инноваций	49
7. Теория и эксперимент как единство противоположностей	54
8. Информация как цель, средство и объект исследований	56
9. Об эффективности исследований	62
Литература	71

Учебное издание

САМКО Галина Александровна
САЙ Александр Сергеевич

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Методическое пособие
для студентов специальностей 1-37 01 06
«Техническая эксплуатация автомобилей»
и 1-37 01 07 «Автосервис»

В 3 частях

Часть 1

Редактор *Т. Н. Микулик*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 26.02.2014. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,27. Тираж 100. Заказ 1177.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.