

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Обработка материалов давлением»

Ю. Л. Бобарикин

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Краткий курс лекций
по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-36 01 05 «Машины и технология
обработки материалов давлением» и специализаций
1-36 20 02-03 «Упаковочное производство (технологии
и оборудование упаковочного производства)»
и 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением»
дневной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2010

УДК 001.8(075.8)
ББК 72я73
Б72

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 2 от 02.03.2010 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Машины и технология литейного производства»
ГГТУ им. П. О. Сухого канд. техн. наук, доц. *Л. Е. Ровин*

Бобарикин, Ю. Л.

Б72 Основы научных исследований и инновационной деятельности : крат. курс лекций по одноим. дисциплине для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» и специализаций 1-36 20 02-03 «Упаковочное производство (технологии и оборудование упаковочного производства)» и 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением» днев. формы обучения / Ю. Л. Бобарикин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 30 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-960-9.

Рассмотрены методы теоретических, экспериментально-теоретических и эмпирических исследований. Изложены основные этапы научно-исследовательской работы, определены задачи управления инновационной деятельностью.

Для студентов инженерно-технических специальностей дневной формы обучения.

УДК 001.8(075.8)
ББК 72я73

ISBN 978-985-420-960-9

© Бобарикин Ю. Л., 2010
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

1. Понятие науки. Классификация наук

Наука – сфера исследовательской деятельности, направленная на получение новых знаний о природе, обществе и мышлении. Развитие науки связано с разделением и кооперацией научного труда, созданием научных учреждений, экспериментального и лабораторного оборудования. Наука является средством превращения познавательной деятельности в специфический род знаний особой группы людей. Появление крупного машинного производства создает условия превращения науки в активный фактор самого производства. Наука становится ведущей силой прогресса материального производства и проникает во все сферы и факторы общественной жизни.

Необходимость научного подхода в производстве, экономике и политике, сфере управления, системе образования должна заставлять науку развиваться более быстрыми темпами, чем любую другую область деятельности. Современная наука становится во все большей мере производительной силой общества.

Науку условно классифицируют на естественную, техническую и общественную.

В основе этой классификации лежат специфические особенности изучаемых различными науками объектов. Проблема классификации наук – это проблема структуры всего научного знания. Чтобы правильно понять ее состояние и развитие, необходимо на нее взглянуть с исторической точки зрения. С общим развитием науки и промышленности появляется все больше областей наук, находящихся на стыке общепринятых областей и более узких отраслей наук.

Таким образом, происходит эволюция самой классификации наук от простой к более сложной, разрушая старые представления.

Технические науки – это система знаний о целенаправленном преобразовании природных тел и процессов в технические объекты.

Техническая политика – это подход к техническому прогрессу, определяющий его научно обоснованные тенденции, связанные с задачами развития общества. Техническая политика учитывает данные научно-технических прогнозов, реальные ресурсы, которыми располагает страна, а также задачи внешней политики, определяет направление технического развития данной страны и ее регионов.

2. Понятие научного знания, мышления и методологии

Знание – идеальное воспроизведение общественных представлений о закономерных связях объективного мира.

Функциями знания являются:

- 1) обобщение разрозненных представлений о закономерностях природы, общества и мышления;
- 2) хранение в обобщенных представлениях всего того, что может быть передано в качестве основы практических действий.

Мышление – это опосредованное и обобщенное отражение существенных свойств, причинных отношений и закономерных связей между объектами или явлениями.

Опосредованный характер мышления заключается в том, что человек через данные органам чувства проникает в скрытые свойства, связи и отношения предметов; человек познает действительность не только в результате своего личного опыта, но и косвенным путем, усваивая в процессе общения с другими людьми.

Основным инструментом мышления являются логические рассуждения человека, элементами которых являются понятие, суждение и умозаключение.

Понятие – это мысль, определяющая существенные и необходимые признаки предмета или явления.

Суждение – это мысль, в которой посредством связи понятий утверждается или отрицается что-либо. В речи суждение встречается в виде предложения.

Умозаключение – процесс мышления, составляющий последовательность двух или нескольких суждений, в результате которых выводится новое суждение. Часто умозаключение называют выводом, через который становится возможным переход от мышления к действию, практике.

Умозаключения делятся на две категории: дедуктивное и индуктивное.

Дедуктивное – выведение частного случая из какого-нибудь частного случая общего направления.

Индуктивное – на основании частных случаев приходят к общему положению.

Такие умозаключения бывают опосредованные и непосредственные.

В непосредственных умозаклЮчениях от одного суждения переходят к другому.

В опосредованных суждениях переход от одного суждения к другому осуществляется через посредство третьего.

Движение мысли от незнания к знанию руководствуется методологией.

Методология – философское учение о методах познания и преобразования действительности, применение принципов мировоззрения к процессу познания, духовному творчеству и практике.

В методологии выявляются две взаимосвязанные функции:

1) обоснование правил применения мировоззрения к процессу познания и преобразования мира;

2) определение подхода к явлениям действительности.

Первая функция общая, вторая – частная.

3. Понятие о научной идее, гипотезе, знании и теории

В процессе научного исследования можно отметить следующие этапы:

1) возникновение идеи;

2) формирование понятий, суждений;

3) выдвижение гипотез;

4) обобщение научных фактов;

5) доказательство правильности гипотез и суждений.

Научная идея – интуитивное объяснение явления без промежуточной аргументации, без осознания всей совокупности связей, на основании которой делается вывод. Она базируется на уже имеющемся знании, но вскрывает ранее не замеченные закономерности.

Гипотеза – это предположение о причине, которая вскрывает данное следствие.

Если гипотеза согласуется с наблюдаемыми фактами, то в науке ее называют законом.

Закон – это внутренняя существенная связь явлений, обуславливающая их необходимое закономерное развитие. Закон выражает определенную устойчивую связь между явлениями и свойствами объектов.

Закон, найденный путем догадки, должен быть затем логически доказан, только тогда он признается наукой.

Для доказательства закона наука использует суждения, которые были ранее признаны науками и из которых логически следует дока-

зываемое суждение. В редких случаях в равной мере оказываются доказуемыми противоположные суждения. В таких случаях говорят о возникновении парадокса в науке, что всегда свидетельствует о наличии ошибок в науке доказательств или несостоятельности исходных суждений в данной системе знаний.

В результате проработки и сопоставления с действительностью научная гипотеза может стать теорией.

Теория – система обобщенного знания, объяснение тех или иных сторон действительности.

Структуру теории формируют принципы, аксиомы, законы, суждения, положения, понятия, категории и факты.

Под принципом в научной теории понимается самое абстрактное определение идеи. Принцип – это правило, возникающее в результате субъективно осмысленного опыта людей. Исходное положение научной теории называется постулатами или аксиомами.

Теория слагается из относительно жесткого ядра и его защитного пояса. В ядро входят основные принципы. Защитный пояс теории содержит вспомогательные гипотезы. Этот пояс определяет проблемы, подлежащие дальнейшему исследованию, предвидит факты, не согласующиеся с теорией, и истолковывает их так, что они превращаются в примеры, подтверждающие ее.

Теория является наиболее развитой формой обобщенного научного познания. Она включает в себе не только знание основных законов, но и объяснение фактов на их основе. Теория позволяет открывать новые законы и предвидеть будущее.

4. Методы эмпирических исследований

В принципе метод – это способ достижения цели. Понятие метода, с одной стороны, объективно, а с другой – является орудием мышления исследователя.

Условно методы можно разделить на следующие виды:

- 1) всеобщие (философские);
- 2) общенаучные (для большинства наук);
- 3) частные (для определенных наук);
- 4) специальные или специфические (для данной науки).

По мере развития познания научный метод может переходить из одной категории в другую.

К общенаучным методам относятся: наблюдение, сравнение, счет, измерение, эксперимент, обобщение, философские законы, категории, понятия (отражающие общие закономерности нашего развития).

К частным методам относятся: физика, математика, химия, которые могут использоваться в разных областях науки и техники. Часто эти методы относятся к общеобразовательным предметам.

Разнообразные методы научного исследования условно подразделяются на следующие уровни: эмпирический, экспериментально-теоретический, теоретический и метатеоретический.

Методы эмпирического уровня конкретно связаны с изучаемыми явлениями и используются на этапе формирования научной гипотезы. Эти методы предлагают изучение объекта путем непосредственного взаимодействия или воздействия на предмет изучения.

К таким методам относятся следующие методы: наблюдение, сравнение, счет, измерение, анкетный опрос, собеседование, тесты и т. д. Данные методы осуществляются за счет сбора и накопления фактов.

Наблюдение – метод исследования, основанный на непосредственном восприятии предметов и явлений при помощи органов чувств без вмешательства в процесс со стороны.

Сравнение – метод, основанный на установлении различия между объектами или нахождении в них общего, осуществляемый как при помощи органов чувств, так и при помощи специальных устройств.

Счет – определение числа, определяющего количественное соотношение однотипных объектов или их параметров.

Измерение – определение численного значения некоторых величин путем сравнения их с эталоном.

5. Методы экспериментально-теоретических исследований

Эти методы помогают обнаруживать факты, объективные проявления в протекании исследуемых процессов. С помощью этих методов производится накопление фактов, их перекрестная проверка. Факты имеют научно-познавательную ценность только тогда, когда они систематизированы, когда между ними вскрыты неслучайные зависимости, определены причины и следствия. Таким образом, задача выявления истины требует не только сбора фактов, но и правильной их теоретической обработки. На экспериментальном уровне также проводится систематизация фактов и анализ, так как экспериментальные методы уже имеют не только восприятие предметов и величины, а их отбор, классификацию, осмысливание и фиксирование исследуемого материала.

К методам экспериментально-теоретического уровня относятся:

- 1) эксперимент;
- 2) анализ и синтез;
- 3) индукция и дедукция;
- 4) моделирование;
- 5) гипотетический метод;
- 6) исторический метод;
- 7) логический метод.

Эксперимент – метод исследования, в котором подвергается проверке истинность выдвигаемых гипотез или выявляются зависимости объективного мира.

В процессе эксперимента исследователь вмешивается в изучаемый процесс с целью познания, при этом одни условия опыта изолируются, другие исключаются, третьи усваиваются или ослабляются. Эксперимент позволяет изучать явления в «чистом виде» при полном устранении побочных факторов в отличие от наблюдения. При необходимости испытания могут повторяться и ориентироваться так, чтобы исследовать отдельные свойства объекта, а не их совокупность.

Анализ – метод исследования при помощи разделения предметов исследования (объектов, свойств и т. д.) на составные части.

Синтез – соединение отдельных сторон предмета в единое целое.

Анализ и синтез взаимосвязаны. Различают следующие виды анализа и синтеза:

1) прямой, или эмпирический, метод – используют для выделения отдельных частей объекта, обнаружение его свойств, простейших измерений и т. п.;

2) возвратный, или элементарно-теоретический, метод – основывается на представлениях о причинно-следственных связях различных явлений;

3) структурно-генетический метод – включает вычленение в сложном явлении таких элементов, которые оказывают решающее влияние на все остальные стороны объекта.

Моделирование – метод исследования, при котором эксперимент проводится не с самим объектом, а с его заменителем. Пример – аналоговая вычислительная машина, действие которой основано на аналогии дифференциальных уравнений, описывающих как свойства исследуемого объекта, так и электронной модели.

Гипотетический метод – метод исследования, который предполагает разработку научной гипотезы на основе изучения физической,

химической и другой сущности исследуемого явления с помощью описанных выше методов и затем формулировку гипотезы, составление расчетных схем алгоритма (модели), ее изучение, анализ, разработку теоретических положений.

Исторический метод – метод исследования, предполагающий исследование возникновения, формирования и развития объектов, в результате чего появляются дополнительные знания об изучаемом объекте (явлении) в процессе их развития. Этот метод используется не только в исторических и социально-экономических исследованиях, но и в технических.

На теоретическом уровне исследований широко используются логические методы сходства, различия, сопутствующих изменений. Решаются задачи дальнейшего развития теоретических систем с накоплением новых экспериментальных материалов.

6. Методы теоретических и метатеоретических исследований

На теоретическом уровне проводится логическое исследование уже собранных фактов, выработка понятий, суждений.

В процессе этой работы соотносятся ранние научные представления с возникающими новыми.

На теоретическом уровне научное мышление освобождается от эмпирической относительности, создает теоретическое обобщение. То есть новое теоретическое содержание знаний надстраивается над эмпирическими знаниями.

К методам теоретического уровня исследований относятся методы:

- 1) абстрагирования или идеализации;
- 2) аксиоматики;
- 3) обобщения и т. д.

Абстрагирование – это мысленное отвлечение от несущественных свойств, связей, отношений предметов и выделение нескольких сторон, интересующих исследователя. Абстрагирование осуществляется в два этапа:

- 1) определение несущественных свойств или связей;
- 2) замещение исследуемого объекта другим, более простым, представляющим собой упрощенную модель, сохраняющую главное в сложном.

Ярким примером абстрактной модели действительности является идеальный газ, который широко используется в физике, термоди-

намике и других науках. В механике – идеально упругое тело и идеально пластичное тело.

Аксиоматический метод – способ построения научной теории, при котором аксиомы принимают без доказательств и затем используют для получения других знаний по определенным логическим правилам. Общеизвестной является аксиома о параллельных линиях (не пересекаются), которая в геометрии принимается без доказательства.

Обобщение – метод исследования, основанный на определении общего понятия, в котором отражается главное, характеризующее объект данного класса. Это средства для образования новых научных понятий, формирования законов и теорий.

При исследовании сложных и объемных систем с многообразными связями используются системные методы (теория множеств, теория управления и т. д.) или методы системного анализа, которые относятся к метатеоретическому уровню исследований. В настоящее время такие методы получили широкое развитие в связи с применением ЭВМ.

С помощью этих методов исследуются сами теории и разрабатываются пути их построения, изучается система положений и понятий данной теории, устанавливаются границы ее изменения, обосновываются пути слияния нескольких теорий.

Главной задачей данного уровня исследований является познание условий формализации научных теорий и выработка формализованных языков, именуемых метазнаниями.

Метод системного анализа получил широкое развитие в таких научных знаниях, как логика, математика, общая теория систем.

В основе системного анализа лежит понятие системы как множества объектов (компонентов), обладающих заранее определенными свойствами.

Системный анализ используется для исследования таких систем, как экономика отдельной отрасли, промышленного предприятия, объединения и т. д.

Системный анализ складывается из следующих основных этапов.

Первый этап заключается в постановке задачи исследования, критериев для изучения и управления объектом.

Второй этап: определяются границы изучаемой системы и ее структура. Объекты и процессы разбиваются на изучаемую систему и внешнюю среду. При этом различают замкнутые и открытые системы. При использовании замкнутых систем влиянием внешней среды пренебрегают. Затем выделяют отдельные составляющие части системы, устанавливают взаимодействие между ними и внешней средой.

Так строится, например, термодинамика. К замкнутым системам, имеющим закрытый технологический цикл, относится «безотходная технология». Такие технологические процессы перспективны с позиций экономики и экологии.

Третий этап: составление математической модели исследуемой системы.

В зависимости от особенностей процессов используют тот или иной математический аппарат. Вначале описываются отдельные элементы, а затем их взаимодействие.

Наряду с аппаратом алгебры множеств при исследовании сложных систем используются вероятностные методы. Часто исследуют развитие процессов с некоторой вероятностью.

При исследовании сложных динамических систем с большим количеством параметров различной природы с целью упрощения математического описания их расчленяют на подсистемы, выделяют типовые подсистемы, производят их иерархию.

В результате третьего этапа системного анализа формируются законченные математические модели системы, описанные на формальном языке.

Четвертый этап: анализ математической модели, определение ее экспериментальных условий для оптимизации, формулирование выводов.

Оптимизация заключается в определении оптимальных условий поведения данной системы и протекание и данного процесса. Оценку оптимизации проводят по экстремным значениям – критериям.

Выбрать необходимый критерий сложно, так как на практике их может быть много, и при том противоречивых. Поэтому часто выбирают один основной критерий, а для других устанавливаются пороговые предельно допустимые значения. Строится зависимость выбранного основного критерия от параметров модели исследуемого объекта. Это дает возможность проведения последующей опытно-конструкторской работы (ОКР).

7. Классификация научных исследований

Научные исследования классифицируются по следующим признакам:

1) видам связи с общественным производством и степени важности для народного хозяйства;

- 2) целевому назначению;
- 3) источникам финансирования и длительности ведения исследования.

По видам связи с общественным производством научные исследования подразделяются на работы, направленные на создание новых технологических процессов, машин, конструкций, повышение эффективности производства, улучшение условий труда и т. д.

По целевому назначению выделяют три вида научных исследований: фундаментальные, прикладные и разработки.

Фундаментальные исследования направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы, на создание новых принципов исследования. Их цель – расширение научных знаний общества, установление того, что может быть использовано в практической деятельности.

Прикладные исследования направлены на нахождение способов использования законов природы для создания новых и совершенствование существующих средств и способов человеческой деятельности. Их цель – установление того, как можно использовать научные знания, полученные в результате фундаментальных исследований, в практической деятельности человека.

Прикладные исследования делятся на поисковые, научно-исследовательские (НИР) и ОКР.

Поисковые исследования направлены на установление факторов, влияющих на объект, описание путей создания новых технологий и техники на основе способов, предпочтенных в результате фундаментальных исследований.

НИР направлены на создание новых технологий, новых установок, приборов и т. п.

Разработкой называют исследование, направленное на внедрение в практику результатов прикладных исследований. Оно может выполняться в виде ОКР. ОКР направлена на подбор конструктивных характеристик, определяющих логическую основу новых конструкций.

В результате фундаментальных и прикладных исследований формируется новая научная и научно-техническая информация (НТИ). А преобразование такой информации в форму, пригодную для освоения в промышленности, обычно называют разработкой.

8. Выбор научно-исследовательского направления

Каждую НИР можно отнести к определенному направлению.

Под научным направлением понимаются наука или направление науки, в области которых ведутся исследования.

В связи с этим различают: техническое, биологическое, социальное, физико-техническое, историческое и т. п. направления с возможной детализацией.

Основой научного направления является специальная наука или ряд специальных наук, входящих в ту или иную научную отрасль, специальные методы исследования и технические устройства.

В структуру научного направления входят: комплексные проблемы, проблемы, темп и научные вопросы.

Комплексная проблема – совокупность проблем, объединенных единой целью.

Проблема – совокупность спорных теоретических и практических задач, решения которых назрели в обществе.

Проблема может быть глобальной, национальной, региональной, отраслевой, межотраслевой. Проблемы делятся на общие и специфические. Общие – общенаучные, международные. Специфические – для определенных производств или промышленности, например, для автомобильной промышленности: экономия топлива и т. д.

Выбор научного направления – выбор отрасли науки, в которой может работать исследователь.

Направление конкретизируется путем изучения производственных запросов, общественной потребности и состояния исследований.

При выборе проблем и тем научного исследования вначале на основе анализа противоречий исследуемого направления формируется проблема и определяются в общих чертах ожидаемые результаты, затем разрабатывается структура проблемы, выделяются темы, вопросы, исполнители, устанавливается их актуальность.

При этом важно отличать псевдопроблемы от истинных проблем. Псевдопроблемы связаны с недостаточной информированностью научных работников, поэтому иногда возникают проблемы, целью которых оказываются ранее полученные результаты. Это приводит к неоправданным затратам средств и труда ученых.

После обоснования проблемы и установления ее структуры определяются темы научного исследования, каждая из которых должна иметь научную новинку, вносить вклад в науку, быть экономически

эффективной. Поэтому выбор темпа должен базироваться на специальном технико-экономическом расчете. При разработке теоретических исследований требования к экономичности часто заменяются требованиями значимости.

9. Этапы прикладной научно-исследовательской работы

НИР выполняется в определенной последовательности:

1. Вначале формируется сама тема в результате общего ознакомления с проблемой.

2. Разрабатывается технико-экономическое обоснование (ТЭО). Только после такого обоснования возможно дальнейшее планирование и финансирование темы заказчиком.

В ТЭО указываются причины разработки, т. е. ее обоснование, приводится литературный обзор, где описывается уже достигнутый уровень исследований и ранее полученные результаты. Особое внимание уделяется еще не решенным вопросам, актуальности и значимости работы.

Такой обзор позволяет наметить методы решения, задачи и этапы исследования, определить точную цель выполнения темы. Сюда входит патентная проработка темы и определение целесообразности защиты будущих лицензий на разработку.

На стадии ТЭО устанавливается область использования ожидаемых результатов, возможность их практической реализации, определяется предполагаемый экономический эффект за период применения новой техники, указывается также предполагаемый рост производительности труда, качества продукции, повышения уровня технической безопасности и охраны окружающей среды.

3. После ТЭО устанавливаются цели и задачи исследования.

4. Затем систематизируется отечественная и зарубежная литература в области исследования, конкретизируются явления, предметы, процессы, которые должны охватить исследования; определяются методы исследования или методика исследований.

5. После разработки методики исследований составляется рабочий план, где указывается объем исследовательских работ, методы, техника, трудоемкость и сроки.

6. Проводятся теоретические и экспериментальные исследования.

7. После завершения теоретических и экспериментальных исследований проводится общий анализ полученных результатов, осу-

существляется сопоставление гипотезы с результатами эксперимента. В результате анализа расхождений уточняются теоретические модели. При необходимости проводятся дополнительные эксперименты.

8. Затем оформляется научно-технический отчет.

9. Последний этап – внедрение результатов исследований в производство. Внедрение результатов научных исследований в производство осуществляется через разработки, выполняемые в опытно-конструкторских бюро, проектных организациях, опытных заводах и мастерских.

Разработки выполняются в виде опытно-технологических или ОКР, включающих формулировку темы, цели и задачи разработки, изучение литературы, подготовку к техническому проектированию экспериментального образца, техническое проектирование. Техническое проектирование включает разработку вариантов технического процесса с расчетами и разработкой чертежей, изготовление отдельных блоков и их объединение в систему, согласование технического проекта и его ТЭО. После этого выполняется рабочее проектирование (детальная проработка проекта), изготавливается опытный образец, производятся его опробование, доводка и регулировка, стендовые и производственные испытания.

Далее осуществляется доработка опытного образца, включающая в себя анализ произведенных испытаний, переделка и замена отдельных узлов.

Успешное выполнение перечисленных этапов работы дает возможность представить образец и запустить его в серийное производство. Разработчики при этом осуществляют контроль или авторский надзор и дают консультации и рекомендации.

Внедрение завершается оформлением акта экономической эффективности результатов исследования.

10. Оценка экономической эффективности научно-исследовательской работы

В ряде случаев при планировании тем НИР нужно выбирать наиболее обоснованные и перспективные темы. Для этого оценивается эффективность НИР.

Оценка эффективности НИР может быть:

- 1) численная, используемая преимущественно для прикладных НИР;
- 2) качественная, используемая преимущественно для фундаментальных НИР.

Экономическая или численная эффективность НИР определяется численными критериями. Одним из таких критериев является общий критерий экономической эффективности:

$$k_3 = \frac{\mathcal{E}_n}{Z_n},$$

где \mathcal{E}_n – предполагаемый эффект от внедрения; Z_n – затраты на научные исследования.

Чем больше k_3 , тем эффективнее НИР и выше ее эффективность. Величина k_3 колеблется от 1,5 до 10 рублей на рубль затрат. Но k_3 не учитывает объем внедряемой продукции, период внедрения, поэтому более объективен критерий, вычисляемый по формуле

$$k_3^B = C_r \sqrt{\frac{T}{Z_o}},$$

где C_r – стоимость продукции за год после освоения научного исследования и внедрения в производство; T – продолжительность производственного внедрения, в годах; Z_o – общие затраты на выполнение научного исследования, на опытное и промышленное освоение продукции, на годовые затраты ее изготовления по новой технологии.

При оценке крупных научных тем критерия экономичности оказывается недостаточно и требуется общая оценка, учитывающая другие показатели. В этом случае используется экспертная оценка, которая выполняется специально подобранным составом высококвалифицированных экспертов в количестве 7–15 человек. С их помощью устанавливаются оценочные показатели тем. Тема, показавшая максимальную поддержку экспертов, считается наиболее перспективной.

11. Информационные системы и продукты

Исследование возможностей научно-технического прогресса зависит во многом от своевременного обеспечения разработчика оперативной и полной информацией о достижениях науки и техники. Эффективное использование этой информации в научно-исследовательском, проектно-конструкторском и производственном процессах является одним из основных условий успеха этих процессов.

При создании новой техники в случае неполноты, недостоверности или неоперативности информации практически невозможно составить представление о лучших мировых образцах, поэтому уже на стадии проектирования НИР может быть заложена техническая отсталость будущего результата исследований.

Важное значение имеет задача обеспечения научных исследований удобной для восприятия информацией о важнейших научных достижениях, полученных в прошлом.

В связи с этим специально разрабатываются и создаются информационные системы или системы информационного обеспечения.

В информационную систему входят следующие основные составляющие: общегосударственная система обработки и переделки информации, государственная система НТИ, система информационного обеспечения специалистов.

Постоянно появляющаяся и уже имеющаяся информация в информационных системах всегда имела проблему «адресности», суть которой в своевременной и свежей доставке информации тем пользователям, для которых она представляет непосредственный интерес. В связи с этим система научной коммуникации стала оформляться в качестве самостоятельной системы, хранящей и распространяющей научные сведения. Активно в этой связи развиваются реферативные, информационные и консультационные службы, а также библиотеки и издательское дело.

Системы научной коммуникации постепенно играют главенствующую роль в посредничестве между разработчиками новых сведений и потребителями, заинтересованными в их непосредственном использовании.

Совокупность унифицированных сведений и услуг, представленных в стандартизированном виде, называют информационными продуктами.

Примерами информационных продуктов являются распечатанные результаты поиска в информационном массиве, специализированные издания, аналитические справки.

12. Базы данных, информационные технологические сети

По мере развития вычислительной техники и средств хранения информации появилась возможность экономически оправданного накопления и хранения больших машинных информационных массивов (баз данных).

Базы данных можно подразделить на библиографические и фактографические.

Библиографические базы данных содержат сведения о публикациях, т. е. «вторичную» информацию.

Фактографические базы данных содержат сведения фактического, т. е. «первичного» характера.

Базы данных могут быть отраслевыми, политематическими, «внутренними» (для конкретной организации) или «внешними» (создаваемыми за пределами данной организации). Иногда базы данных создаются по признакам принадлежности документов к тому или иному виду (по пакетам, диссертациям и т. д.) или по определенной направленности тематики.

Например, в последнее время создаются фактографические базы данных по свойствам материалов и веществ, по важнейшему машиностроительному оборудованию, отраслевые базы данных по новым прогрессивным технологиям.

Каждый тип информационного продукта требует определенную технологию его получения, т. е. информационную технологию.

Основной частью информационной технологии является программное обеспечение в виде пакетов прикладных программ.

Если каждому программному продукту соответствует свой пакет прикладных программ, то такой пакет называют и проблемно-отформатированным, и фундаментальным.

Если один и тот же пакет прикладных программ позволяет получать целый ряд информационных продуктов, его называют интегральным.

Составляющими современной информационной технологии являются: технологические средства (ЭВМ, средства тиражирования и передачи информации), базы данных, пакеты прикладных программ.

Для производства самих баз данных также требуется своя информационная технология. Так, с понятием «база данных» тесно связано понятие «банк данных».

Банк данных – это разновидность информационной системы, предназначенной для накопления больших объектов относительно однородных, взаимосвязанных и изменчивых данных, их обновление и использование.

В состав банка данных входят: базы данных и комплекс средств их создания и использования (программная система управления базами данных, вычислительное оборудование, персонал, методики).

По мере развития средств связи и вычислительной техники они все в большей мере объединяются в единую информационную инфраструктуру, техническую основу которой составляют информационные сети. Через них потребители получают возможность доступа к любым банкам данных, подсоединенных к сети.

13. Научные документы и издания

Структурной единицей, характеризующей информационные ресурсы и информационные продукты с количественной стороны, является научный документ.

Документы подразделяются на первичные, содержащие непосредственные результаты научных исследований и разработок, новые сведения и новое осмысление известных идей, и вторичные, содержащие результаты аналитико-синтетической и логической переработки одного или нескольких первичных документов или сведения о них.

Как первичные, так и вторичные документы подразделяются на публикуемые издания и непубликуемые. В непубликуемых документах содержится ценная информация, опережающая сведения в опубликованных документах. Однако с развитием информационной технологии эта разница все больше сокращается.

К первичным документам относятся: книги – неперIODические текстовые издания объемом свыше 48 страниц; брошюры – не более 48 страниц.

Монография – книга или брошюра, содержащая всестороннее изучение одной проблемы или темы и принадлежащая одному или нескольким авторам.

Сборники научных трудов содержат ряд произведений одного или нескольких авторов, рефераты и различные официальные или научные материалы.

К специальным видам технических изданий принято относить нормативно-техническую документацию, регламентирующую коэффициент уровня и качества выпускаемой продукции. Это стандарты, инструменты, типовые показатели и т. д.

Стандарт – это нормативно-технический документ, указывающий комплекс норм, правил, требований и объект стандартизации и утвержденный компетентным органом.

Важное значение для постановки НИР имеет патентная документация, представляющая собой совокупность документов, содер-

жащих сведения об открытиях, изобретениях и других видах промышленной собственности, а также сведения об охране прав изобретателя. Патентная документация обладает высокой степенью достоверности, так как после подвергается тщательной экспертизе на новизну и полезность.

К основным видам непубликуемых первичных документов относятся: научно-технические отчеты, диссертации, депонированные рукописи, научные переводы, конструкторская документация.

Вторичные документы и издания подразделяются на справочные, обзорные, реферативные и библиографические.

Традиционным средством упорядочивания документальных фондов являются документные классификации.

Наиболее распространена универсальная десятичная классификация УДК, которая используется более чем в 50 странах мира и является собственностью международной федерации по документации.

УДК состоит из основной и вспомогательной таблиц. Основная таблица содержит понятия и соответствующие им индексы, с помощью которых систематизируются знания.

Первичный ряд делений основной таблицы УДК имеет девять классов. Например: 3 – анатомия, 5 – математика, естественные науки, 6 – прикладные науки, медицина, техника.

Каждый из классов делится на 10 разделов, которые в свою очередь подразделяются на десять подразделов и т. д.

Внутри каждого раздела применяется характеристическое построение от общего к частному с использованием десятичного кода.

Детализация понятий осуществляется за счет удлинения индексов, при этом каждая исследуемая присоединяемая цифра не меняет значения и смысла предыдущих, а сумма их уточняет, обозначая более узкое и частное понятие.

Например, 6 – технические, 21 – обработка давлением, 762 – прокатка, 4 – прокатка порошков.

14. Технологический эксперимент и его разновидности

Эксперимент можно определить как систему воздействий или наблюдений, направленную на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях.

Эксперимент включает в себя ряд опытов, в процессе каждого из которых происходит воспроизведение исследуемого явления в оп-

ределенных условиях проведения эксперимента при возможности регистрации его результатов.

Условия опытов определяются уровнями факторов или значениями независимых переменных величин x_1, \dots, x_R , по предположению влияющих на объект исследований.

В результате опыта устанавливаются значения отклика или зависимой переменной y , по предположению зависящей от факторов.

По данным эксперимента определяется зависимость математического ожидания отклика от факторов, т. е. определяется функция отклика:

$$E \left\{ \frac{\bar{g}}{x} \right\} = f(x_1, x_2, \dots, x_k; \Theta_1, \Theta_2, \dots, \Theta_m);$$
$$y = f(x_1 \dots x_2),$$

где $\Theta_1, \dots, \Theta_m$ – параметр модели (экспериментальной).

Геометрическое представление функции отклика называется поверхностью отклика.

В технологических исследованиях все факторы можно разделить на три группы:

1. Факторы, характеризующие качество исходного материала или сырья. К ним относятся, например, физико-механические свойства, например, твердость, микроструктура материалов и технологические свойства, например, точность размеров.

2. Управляемые факторы, с помощью которых реализуются заданные условия работы объекта. Это могут быть режимы обработки, параметры технического процесса, прочностные характеристики оборудования и др.

3. Неконтролируемые входные или независимые факторы. Они характеризуют действующие на объект возмущения, которые не могут быть измерены в каждом опыте. Это, например, неконтролируемые измерения химического состава заготовки, колебания напряжений в электрической сети и температуры среды и др.

По числу переменных эксперименты могут быть одно- и многофакторные: при однофакторных изменению и регистрации подлежит один фактор (одна независимая переменная), при многофакторных – несколько факторов или независимых переменных.

В зависимости от способа выбора уровней факторов (значений независимых переменных) эксперименты делятся на пассивные и активные. Эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте за-

даются исследователем, называется активным. Эксперимент, в котором уровни факторов в каждом опыте регистрируются исследователем, но не задаются, называется пассивным.

Экспериментальные исследования также классифицируют на качественные (с целью установления только факта существования объекта), количественные, лабораторные и промышленные. В последнее время все большее распространение получают автоматизированные экспериментальные исследования.

Объекты исследований в экспериментах можно разделить на статические и детерминированные, управляемые и неуправляемые.

В статических объектах отклик (случайная зависимая переменная y) находится в связи со случайными и неслучайными факторами. При этом связь стохастическая, в которой нет строгого соответствия между факторами и объектами эксперимента, например, зависимости качества деталей от качества заготовки. Измерение независимой величины приводит к изменению закона распространения зависимой случайной величины.

Для детерминированных объектов характерны функциональные связи между неслучайными величинами, когда каждому значению аргумента соответствует строго определенное значение функции.

Управляемость объекта определяется возможностью воспроизведения на нем результатов опыта. Для проверки этого свойства нужно провести эксперимент при некоторых выбранных уровнях исследуемых факторов, а затем повторить его несколько раз через неравные промежутки времени и сравнить результаты. Если разброс значений результатов не превышает некоторой заранее заданной величины, то объект управляется.

15. Этапы проведения технологического эксперимента

Экспериментальные исследования включают ряд следующих друг за другом этапов:

- 1) формулирование цели;
- 2) выдвижение гипотезы об исследуемом объекте;
- 3) планирование эксперимента;
- 4) проведение эксперимента с применением специальной методики и средств наблюдения, измерения и регистрации;
- 5) обработка и анализ результатов;

- б) проверка правильности выдвинутой гипотезы;
- 7) если гипотеза не подтверждается, то выдвижение новой гипотезы и возврат к п. 2; если гипотеза подтверждается, то переход к п. 8;
- 8) проверка условий окончания эксперимента;
- 9) планирование нового эксперимента и возврат к п. 4 или остановка эксперимента на достигнутом уровне исследования объекта.

Из схемы ясно, что исследование объекта состоит из повторяющихся циклов, причем от цикла к циклу растет объем знаний об объекте, а выдвигаемые гипотезы все более приближаются к действительности.

Планирование эксперимента включает: выбор варьирующих факторов, обоснование объема эксперимента, числа опытов; порядок реализации опытов, определение последовательности изменения факторов; выбор шага изучения факторов, задание материалов между будущими экспериментальными точками; обоснование средств измерения, описание проведения эксперимента; обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента.

Применение математической теории эксперимента позволяет уже при планировании оптимизировать объем экспериментальных исследований и повышать их точность.

Выбор варьирующих факторов означает определение основных и второстепенных характеристик, влияющих на исследуемый процесс. На основе этого все факторы классифицируются и из них составляется убывающий по важности для данного эксперимента ряд. Иногда бывает трудно сразу выявить роль основных и второстепенных факторов. в этих случаях необходимо выполнять небольшой по объему предварительный поисковый опыт.

16. Методы графической обработки и подбора эмпирических формул при обработке результатов измерений

К графическим методам обработки результатов измерений относятся: построение по таблицам делимых графиков при плавном изменении результатов исследований.

В случаях относительно небольшого разброса результатов измерения точки на кривой необходимо соединять плавной кривой между линиями (рис. 1).

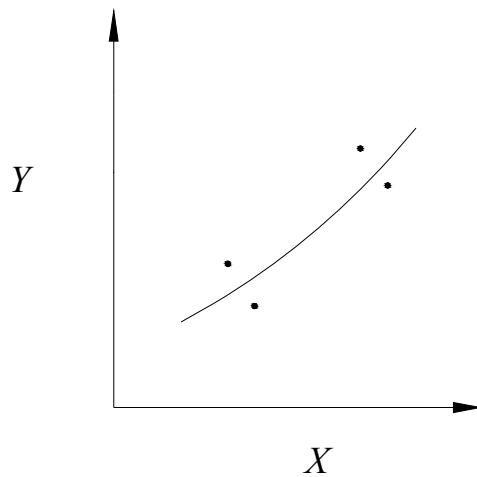


Рис. 1. Построение экспериментальной кривой при небольшом отклонении результатов эксперимента

Однако в случаях быстрого скачкообразного изменения результатов точки соединяются ломаной линией (рис. 2).

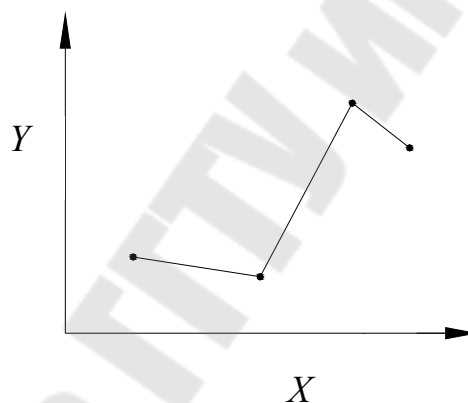


Рис. 2. Построение экспериментальной кривой при большом отклонении результатов эксперимента

Графические изображения дают наиболее наглядное представление о результатах эксперимента, позволяют лучше понять физическую сущность исследуемого процесса, выявить общий характер переменных величин.

Метод подбора эмпирических формул применяется тогда, когда в процессе экспериментальных исследований получается статический ряд изменений двух величин, когда каждому значению функции y_1, y_2, \dots, y_n соответствует собственное значение аргумента x_1, x_2, \dots, x_n .

На основе экспериментальных данных можно подобрать алгебраические выражения функции:

$$y = f(x).$$

Такие функции или формулы называют эмпирическими формулами. Эти формулы подбираются лишь в пределах измеренных значений аргумента и имеют тем большую ценность, чем больше соответствует результатам эксперимента.

Эмпирические формулы должны быть наиболее простыми и точно соответствовать экспериментальным данным в пределах изменения аргумента.

Процесс подбора эмпирических формул состоит из двух этапов:

1) данные измерений наносят на сетку прямоугольных координат, соединяют эмпирические точки плавной прямой и выбирают ориентировочно вид формулы;

2) вычисляют параметры формул, которые наилучшим образом соответствовали бы принятой формуле.

Подбор эмпирических формул необходимо начинать с самых простых выражений. Так, например, результаты измерений многих явлений и процессов аппроксимируются простейшими эмпирическими уравнениями типа

$$y = a + b \cdot x,$$

где a , b – постоянные коэффициенты.

Поэтому при анализе графического материала необходимо по возможности стремиться к использованию линейной функции. Для этого кривую, построенную по экспериментальным точкам, представляют линейной функцией. Определяя коэффициенты a и b из эмпирических значений, получают выражение или функцию, описывающую данную линейную зависимость.

В случаях, если экспериментальная зависимость имеет вид кривой, то нельзя применять линейную аппроксимирующую функцию. В этих случаях для описания кривой экспериментальной зависимости применяется эмпирическая формула в виде:

$$y = a + b \cdot x^c,$$

где a , b и c – постоянные коэффициенты.

Эти коэффициенты также находятся по конкретным экспериментальным значениям, выбираемым по определенному закону из экспериментальных значений.

Кроме этого вида уравнения аппроксимирующие функции могут иметь самое разнообразное математическое выражение.

17. Понятие инновационной деятельности и инноваций

Инновационная деятельность – деятельность, направленная на коммерциализацию накопленных знаний, новых технологий и оборудования.

Эта деятельность связана с применением и внедрением новых идей, результатов научных исследований и научно-технических разработок.

Инновационная деятельность может быть направлена на усовершенствование имеющихся технологических процессов, изделий, товаров и др.

Таким образом, инновационная деятельность связана с трансформацией идей, результатов исследований и разработок в новый или усовершенствованный продукт. Этот продукт может быть внедрен на рынке как новый или усовершенствованный технологический процесс, а также как новый подход к социальным услугам.

Понятие инновационной деятельности связано с понятием инноваций.

Инновация – конечный результат инновационной деятельности, получивший свою реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта. Поэтому инновация – это нововведение в области техники, технологии, организации труда или управления.

Инновация основана на использовании достижений науки и передового опыта. Она обеспечивает качественное повышение эффективности производственной системы или качества.

Различают несколько видов инноваций:

1. Технические – они появляются в производстве продуктов с новыми или улучшенными свойствами.
2. Технологические – возникают при применении более совершенных способов изготовления продукции.
3. Организационно-управленческие – они связаны с процессами оптимальной организации производства, транспорта, сбыта и снабжения.
4. Информационные – они решают задачу рациональной организации информационных потоков в сфере научно-технической и инновационной деятельности, в сфере повышения достоверности и оперативности информации.
5. Социальные – они направлены на улучшение условий труда, на решение проблем здравоохранения, образования и культуры.

18. Управление инновационной деятельностью

Управление инновационной деятельностью предусматривает следующие задачи:

1. Реализация инновационной процедуры проекта НИР или НИОКР (научные и опытно-конструкторские разработки).

2. Создание инновационно-ориентированных ресурсов и управление ими.

3. Управление проектами НИР и НИОКР.

Первая задача состоит из следующих этапов:

1. Обзор рыночной ситуации, генерации (создания) идей.

2. Фильтрация идей для выделения одной концепции.

3. Экономический анализ реализации концепций.

4. Разработка инновационного продукта для внедрения на рынок.

5. Испытание инновационного продукта по эксплуатации и оценке его рыночной стоимости.

6. Пробный маркетинг, состоящий в ограниченном предложении инновационного продукта на рынке.

7. Производство и коммерческая реализация продукции.

Если все планы успешно выполнены, то тиражирование новой разработки имеет невысокий риск получения неудачного результата от коммерческой реализации инновационного проекта.

Международная статистика показывает, что 5 % инновационных проектов находит свое успешное завершение. Основные причины этих неудач:

1) отсутствие комплексных маркетинговых разработок или ошибки в этой работе;

2) ошибки в производственных, экономических и инвестиционных вопросах.

Часто не учитывается статическая значимость разработки, т. е. разработка может быть актуальна для реализации в ограниченном объеме.

Вторая задача состоит в создании и управлении финансовыми материалами и другими ресурсами, которые выделяют на инновационные проекты. К этой задаче также относят наличие специалистов требуемой категории, наличие требуемых помещений с санитарно-техническими нормами, наличие лабораторного оборудования, материалов, информационных баз данных и др.

Очень часто приходится корректировать финансовые ресурсы. Так, для сокращения временного регулирования проекта вводятся до-

полнительные ресурсы. Это происходит, когда уже проявляется положительный эффект от инноваций. Часто бывают обратные случаи: если в ходе реализации проекта определено, что результат отрицательный, то финансирование сворачивается и проект принимается убыточным.

Третья задача связана с тем, что обычно реализуется не один, а несколько проектов. В большинстве случаев организация занимается инновационной деятельностью после начала производства продукции, развивая инновационную деятельность, создавая свой собственный инновационный потенциал.

Одновременное ведение нескольких проектов обусловлено отсутствием возможности ликвидации инновационной деятельности. Это связано со значительными финансовыми затратами, в которые оборачивается инновационный проект, т. е. начав однажды успешную инновационную деятельность, организация вынуждена продолжать ее дальше. В противном случае появляется вероятность банкротства самой организации. Поэтому теперь задача инновационного менеджмента – корректное управление финансированием проекта, оптимизация расходов на текущие инновационные проекты, синхронное начало и окончание этапов разных проектов. Балансировка проектов подразумевает рациональное привлечение специалистов, специального оборудования, рациональное использование испытательных средств.

В портфеле проекта должны быть крупные и мелкие проекты, наличие проектов с большими и малыми уровнями риска появления отрицательного результата.

Успешное управление инновационной деятельностью способствует не только наращиванию потенциала определенной организации, но также обеспечивает выполнение задач научно-технического прогресса общества.

Литература

1. Основы научных исследований : учеб. для техн. вузов / В. И. Крутов [и др.] ; под ред. В. И. Крутова, В. В. Попова. – Москва : Высш. шк., 1989. – 400 с. : ил.
2. Ящерицын, П. И. Планирование эксперимента в машиностроении : справ. пособие / П. И. Ящерицын, Е. И. Махаринский. – Минск : Выш. шк., 1985. – 286 с. : ил.
3. Кане, М. М. Основы научных исследований в технологии машиностроения : учеб. пособие для вузов / М. М. Кане. – Минск : Выш. шк., 1987. – 231 с. : ил.
4. Красовский, Г. Н. Планирование эксперимента / Г. Н. Красовский, Г. Ф. Филаретов. – Минск : Изд-во БГУ, 1982. – 302 с. : ил.
5. Бобарикин, Ю. Л. Основы научных исследований : практ. пособие к лаборатор. занятиям по одноим. курсу для студентов специальностей 1-36 01 05 «Машины и технологии обработки материалов давлением» и 1-36 20 02 «Упаковочное производство (по направлениям)» / Ю. Л. Бобарикин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2006. – 43 с.
6. Тычинский, А. В. Управление инновационной деятельностью компаний: современные подходы, алгоритм, опыт / А. В. Тычинский. – Таганрог : ТРТУ, 2006.
7. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем : учеб. для вузов / В. П. Тарасик. – Минск : ДизайнПРО, 1997. – 640 с. : ил.
8. Новик, Ф. С. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов / Ф. С. Новик, Я. Б. Арсов. – Москва : Машиностроение ; София : Техника, 1980. – 304 с. : ил.
9. Гребенник, В. М. Надежность металлургического оборудования (оценка эксплуатационной надежности и долговечности) : справочник / В. М. Гребенник, В. К. Цапко. – Москва : Металлургия, 1989. – 592 с.
10. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – Москва : Наука, 1976. – 279 с.
11. Тихомиров, В. Б. Планирование и анализ эксперимента (при проведении исследований в легкой и текстильной промышленности) / В. Б. Тихомиров. – Москва : Лег. индустрия, 1974. – 262 с.
12. Сиденко, В. М. Основы научных исследований / В. М. Сиденко, И. М. Грушко. – Харьков : Вища шк., 1977.
13. Тринг, М., Как изобретать? / М. Тринг, Э. Лейтуэт ; пер. с англ. – Москва : Мир, 1980.
14. Тензометрия в машиностроении : справ. пособие / под ред. Р. А. Макарова. – Москва : Машиностроение, 1975.

Содержание

1. Понятие науки. Классификация наук	3
2. Понятие научного знания, мышления и методологии	4
3. Понятие о научной идее, гипотезе, знании и теории	5
4. Методы эмпирических исследований.....	6
5. Методы экспериментально-теоретических исследований.....	7
6. Методы теоретических и метатеоретических исследований.....	9
7. Классификация научных исследований	11
8. Выбор научно-исследовательского направления	13
9. Этапы прикладной научно-исследовательской работы	14
10. Оценка экономической эффективности научно-исследовательской работы	15
11. Информационные системы и продукты	16
12. Базы данных, информационные технологические сети.....	17
13. Научные документы и издания	19
14. Технологический эксперимент и его разновидности	20
15. Этапы проведения технологического эксперимента.....	22
16. Методы графической обработки и подбора эмпирических формул при обработке результатов измерений.....	23
17. Понятие инновационной деятельности и инноваций.....	26
18. Управление инновационной деятельностью.....	27
Литература	29

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Бобарикин Юрий Леонидович

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Краткий курс лекций
по одноименной дисциплине для студентов
специальности 1-36 01 05 «Машины и технология
обработки материалов давлением» и специализаций
1-36 20 02-03 «Упаковочное производство (технологии
и оборудование упаковочного производства)»
и 1-42 01 01-02 01 «Обработка металлов давлением»
дневной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Редактор *Н. В. Гладкова*
Компьютерная верстка *М. В. Аникеенко*

Подписано в печать 05.11.10.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,98.

Изд. № 17.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.