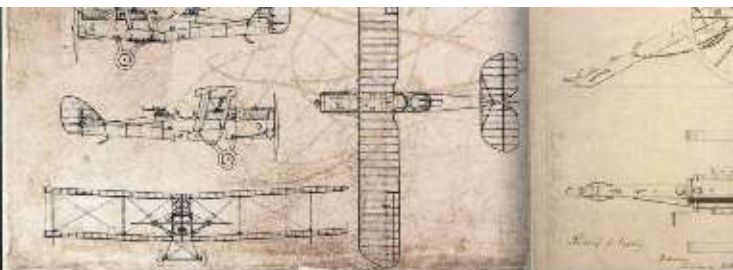



ТЕХНОЛОГИ



10-11

 Вентана-Граф

ТЕХНОЛОГИЯ

10–11 классы

**Учебник
для учащихся
общеобразовательных
учреждений**

Базовый уровень

Под редакцией
В.Д. Симоненко

*Рекомендована
Министерством образования и науки
Российской Федерации*



Москва
Издательский центр
«Вентана-Граф»
2013

Учебник включён в федеральный перечень

Симоненко В.Д.

- С37 Технология : базовый уровень : 10–11 классы : учебник для учащихся общеобразовательных учреждений / [В.Д. Симоненко, О.П. Очинин, Н.В. Матяш] ; под ред. В.Д. Симоненко. – М. : Вентана-Граф, 2013. – 224 с. : ил.

ISBN 978-5-360-03776-7

Учебник предназначен для учащихся непрофильного, или универсального, уровня обучения. Книга освещает широкий спектр актуальных проблем современной технологии, развивает качества креативности, учит нестандартному, творческому подходу к решению насущных задач, готовит старшеклассников к активной профессиональной деятельности.

Соответствует федеральному компоненту государственных образовательных стандартов среднего (полного) общего образования (2004 г.).

ББК 30.6я72

Введение

Благополучие современного общества в значительной степени зависит от уровня освоения новых высокоэффективных природосберегающих технологий. Известно, что лидирующее положение в мировой экономике занимают государства, внедрившие во все сферы жизни передовые технологии и тем самым обеспечившие их населению более высокий жизненный уровень. Нет сомнения в том, что в XXI веке человечество будет активно осваивать новейшие технологии, улучшая условия своей жизнедеятельности, сохраняя и возрождая природу.

На уроках в начальной и основной школе вы уже ознакомились с наиболее распространенными технологиями. Глубже освоить технологические знания вы сможете в профессиональных учебных заведениях.

Настоящий учебник, завершая школьный курс технологии, одной из своих задач ставит жизненное и профессиональное самоопределение выпускников в условиях современного мира. Основная идея учебника заключается в том, что жизнь и, в частности, наши отношения с окружающей действительностью в большой мере *технологичны*, поскольку каждый день в любой деятельности перед человеком возникают всевозможные проблемы, с которыми нужно уметь справляться таким образом, чтобы мир и человек стали в результате совершеннее. Поэтому каждую проблему необходимо осознавать как задачу, для решения которой существуют свои оптимальные способы, своя продуктивная технология — *ноу-хау*, что с английского буквально переводится «знаю как».

Технологический подход к жизненным и производственным задачам требует постоянного совершенствования,

если хотите, тренировки такого качества ума, как *креативность* – способность творчески подходить к решению поставленных задач. Другими словами, сама жизнь вынуждает нас анализировать обстоятельства, ставить цели и находить нестандартные пути их достижения.

Процесс творчества и приемы развития творческих способностей рассмотрены в основном на примере технического изобретательства, позволяющего более конкретно (пооперационно) уяснить логику и составляющие поисковой деятельности.

В учебнике представлены лишь некоторые из большого количества известных методов решения творческих задач, применяющихся во многих сферах труда. Умение использовать их в жизненных и производственных ситуациях наращивает творческий потенциал общества, работает для подъема экономики страны, обретения собственного имиджа, благополучия, а кроме того, является необходимым условием конкурентоспособности на рынке труда. Эвристические методы, широко применяемые в изобретательстве, помогут вам осознать основные этапы умственной поисковой деятельности, выявить возможности ее саморегуляции. Отдельные их принципы и элементы можно использовать при выполнении собственных творческих проектов разного уровня сложности.

На первый план при создании любой технологии выдвигаются средства достижения какой-либо цели. Однако даже самая эффективная технология не имеет права на внедрение, если не отвечает главному – этическому критерию ее безопасности для человека, природы и самой жизни. Создатели новых технологий в своих действиях должны руководствоваться девизом медиков «Не навреди!».

Известно, как много страданий человеку, обществу, природе приносит неумелое применение технологий, производственных систем. Эти проблемы знакомы вам по курсу биологии и других естественных дисциплин. Рассмотренные с точки зрения технологии, они позволят лучше представить себе приоритетные направления развития производства на современном этапе.

В учебниках технологии вы уже встречались с теорией и практикой проектирования. Предлагаемый в Приложении I в качестве примерного проекта для 10 класса учебный дизайн-проект – наиболее полное (в сравнении с предыдущими учебниками), детально изложенное и проиллюстрированное на простом изделии руководство по проектной деятельности. В нем подытожено все, что вы узнали о проектировании на уроках технологии. Выбирая тему для своего проекта, вы можете ознакомиться с темами проектов старшеклассников – победителей олимпиады по технологии (см. Приложение II). В качестве примера творческого проекта для 11 класса в Приложении III представлен проект «Мои жизненные планы и профессиональная карьера».

Нужно сказать, что наш учебник предполагает сотрудничество с учащимися в обсуждении всех выдвигаемых проблем. Как известно, ни одна книга не может содержать всей полноты знаний. Поэтому мы стремились не к тому, чтобы дать в учебнике как можно больше информации, а к тому, чтобы научить добывать ее самостоятельно при решении конкретной задачи, в поиске ответа на вопрос, обращаясь не только к необходимой литературе по теме, но и к собственному опыту и уже имеющимся знаниям.

Активному, диалоговому освоению содержания способствует само построение учебника, способ подачи материала, значительная часть которого дана в таблицах и схемах, как бы в свернутом виде. Чтобы «развернуть» их, потребуется известное напряжение ума, соответствующая мыслительная работа. Эту же цель — развить способность применять полученные знания — преследуют практические задания и вопросы для самопроверки.

Условные обозначения



Основные понятия, термины



Вопросы для самопроверки



Разминка. Вопросы и задачи для развития творческого воображения. *(Решаются коллективно в начале урока. Они имеют игровой, занимательный характер и предназначены для снятия напряжения, проявления фантазии, поднятия настроения и создания продуктивной атмосферы в классе.)*



§1 Технологии как часть общечеловеческой культуры

Технологическая культура



1. Приведите примеры инженерных сооружений, ставших произведениями искусства, памятниками культуры.
2. В каком году был запущен первый искусственный спутник Земли? В каком году и кем был совершен первый выход человека в открытый космос? Когда, кем и где была сделана первая операция пересадки сердца человеку?

В повседневной жизни мы часто употребляем слово «культура». Однако у каждого из нас оно вызывает различные ассоциации, каждый вкладывает в него свой смысл: кто-то отождествляет культуру с поведением человека (культурный — некультурный), кто-то — с искусством, с культурой производства и т. д.

Понятие «культура» впервые появилось в Древнем Риме как противопоставление понятию «натура», т. е. природа. Оно означало «обработанное», «возделанное», «искусственное» — в противоположность «естественному», «первозданному», «дикому» и первоначально применялось для обозначения растений, выращиваемых людьми, в отличие от их дикорастущих собратьев. Со временем значение этого слова расширилось и стало включать круг предметов, явлений и действий, которые имели человеческое, а не природное происхождение.

Культура – это определенный уровень развития общества и человека, выраженный в типах и формах организации жизни и деятельности людей, в их взаимоотношениях, а также в создаваемых ими материальных и духовных ценностях. Сегодня понятие «культура» охватывает все стороны деятельности человека и общества. Различают экономическую, технологическую, правовую, нравственную, экологическую, художественную, политическую и другие виды культуры (см. схему).

Виды культуры



Обычно выделяют *материальную* и *духовную* сферы культуры. К первой относят совокупность материальных благ, предметов и средств их производства. Вторая представляет собой совокупность знаний, форм общественного сознания и духовных ценностей. Все элементы культуры неразрывно связаны между собой (см. схему).

Взаимосвязь материальной и духовной культуры



Одной из сторон общей культуры является технологическая культура, основой которой служат технологии. В обобщенном виде под *технологической культурой* можно понимать уровень развития преобразовательной деятельности человека, выраженный в совокупности достигнутых технологий материального и духовного производства.

Что такое технологическая культура, можно объяснить на простом примере. Представьте себе на минуту ситуацию, обыгранную во многих художественных произведениях и кинофильмах.

В современный город попал человек из прошлого, например из Средневековья. Как вы думаете, смог бы он выжить в наше время? И если смог, то каково было бы качество его жизни? Очевидно, что жизнь и здоровье этого средневекового гражданина подверглись бы серьезным опасностям. Дело в том, что он – человек другой технологической культуры – по уровню владения современными технологиями подобен малому ребенку, для которого представляет опасность практически все – от многолюдья и шума на городских улицах до современных бытовых приборов.

Однако и наше положение едва ли было бы лучшим, поменяйся мы с ним местами. Даже имея некоторое представление о средневековом укладе, мы не владеем технологиями выживания в средневековом обществе, не обладаем его суммарной технологической культурой.

Каждый человек постигает современную ему технологическую культуру в течение всей своей жизни, с первых ее шагов. Понятие технологической культуры тесно связано со всем многообразием человеческой деятельности. Предмет «технология», который вы изучали в школе, познакомил вас с искусством пошива одежды, с приемами обработки металла и древесины, с секретами кулишарии и т. д. Вы не задумывались, почему столь разные виды деятельности объединяет одно понятие – «технология»? Что может быть общего в обработке пищевого продукта, металла или ткани? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим сущность самого понятия.

Понятие «технология»



Какие достижения техники и технологий XX века вы считаете самыми значимыми для человечества?

Напомним, что слово *технология* происходит от древнегреческого *techné* – искусство, мастерство, умение, а также *logos* – учение, наука. Следовательно, технологию, с одной стороны, можно рассматривать как науку, а с другой – как практическую деятельность человека.

Традиционно понятие «технология» складывалось в сферах, связанных с изготовлением какого-либо вещественного продукта: ткани, посуды, оружия, средств транспорта и т. д. Применительно к этим производственным сферам

технология — это совокупность приемов и способов изготовления, обработки, изменения состояния, свойств, формы, сырья, материалов или полуфабрикатов, а также наука, разрабатывающая все эти приемы и способы.

Технологию обычно рассматривают в связи с конкретной отраслью производства (машиностроением, строительством и т. д.) или в зависимости от предмета труда (материал, энергия, информация и др.). На схеме представлены различные виды промышленных технологий.



Любая производственная технология, современная или архаичская, решает три основополагающие технологические проблемы, которые можно сформулировать в виде вопросов:

- Как обрабатывать?
- На чем обрабатывать?
- Чем обрабатывать?

Рассмотрим подробнее, в чем смысл этих вопросов.

Все промышленные технологии базируются на процессах обработки, видоизменения материалов. Например, технологии получения металлов основаны на процессах изменения химического состава и физических свойств руды; технологии механической обработки — на процессах изменения формы обрабатываемых деталей; химические технологии — на химических реакциях. Поэтому ключевым моментом при создании технологии является разработка процесса обработки материала, отвечающая на вопрос: «Как обрабатывать?».

В современном мире именно способ обработки деталей является главным секретом производства, фирмы-производители берегут его с особой тщательностью. И если конструкции изделий (автомобилей, космических кораблей, даже военной техники) часто не являются тайной, то процесс об-

работки (ноу-хау) заскрещивают всеми возможными способами. Например, начертить схему компьютерного микропроцессора могут многие инженеры-электронщики, но *как* его сделать, какие процессы обработки применить, знает только небольшая группа специалистов.

Однако знания процесса обработки недостаточно для изготовления современных сложных изделий. Надо знать, «на чем обрабатывать», какие использовать технологические машины (станки, прессы, станы, печи и др.) и технологические приспособления.

Технологические машины обеспечивают скорость выполнения технологического процесса (другими словами – производительность) и точность изготовления изделий. *Технологические приспособления*, расширяя ограниченные физические возможности человеческих рук, позволяют прочно и жестко закреплять инструменты и обрабатываемые заготовки на станке, а также совершать сложные и точные движения инструментом. Например, стол современного фрезерного станка обеспечивает перемещение установленной на нем детали по шести пространственным координатам (трем линейным и трем вращательным) с точностью до 0,001 мм.

В современных технологических процессах обработки на заготовку воздействуют с помощью энергии различного вида – тепловой, механической, электрической, химической или волновой. Для этого применяют разные инструменты: резцы, сверла, штампы, электроды, лазерный луч, химические реактивы и др. Инструменты непосредственно воздействуют на деталь, поэтому от точности, прочности, жесткости, надежности инструментов во многом зависит качество получаемого изделия. Выбор необходимого инструмента и есть ответ на вопрос: «Чем обрабатывать?».

Три составляющие технологии



Другими словами, каждая технология состоит из трех составляющих: 1) процесса технологической обработки; 2) станка; 3) инструмента. Эти компоненты взаимно влияют друг на друга и изменение, усовершенствование одного из них влечет за собой изменение двух других технологических составляющих (см. схему). Для иллюстрации этого явления совершим небольшой экскурс в историю развития техники.

Самое древнее каменное орудие — рубило (рис. 1). Для его изготовления первобытный человек брал кусок кремня или кварца (обрабатываемый материал) и, нанося удары (процесс обработки) другим камнем (инструмент), оббивал заготовку рубила так, что одна ее сторона заострилась. Оббивка производилась на весу, вручную. При этом мастерство выполнения обработки (удара) опережало в своем развитии и качество инструмента (обычный камень), и уровень приспособления для закрепления заготовки (отсутствующего на тот момент).



Рис. 1. Оббивка каменного орудия и каменные инструменты

В дальнейшем усовершенствованный процесс обработки «потянул» за собой отстающие составляющие технологии: с помощью рубила было изготовлено приспособление для крепления детали (подобие тисков), которое, по-видимому, выглядело как расщеп в каком-нибудь дереве. Это позволило освободить руку. Теперь человек мог взять в нее специально изготовленный инструмент — отбойник, который сделал оббивку более точной. Внедрение в практику нового инструмента (рубила) и технологического приспособления (зажима) повлекло за собой усовершенствование процесса обработки, так как более эффективный инструмент в сочетании с зажимом требовали нового способа нанесения ударов по заготовке.

На рисунке 2 мы видим еще одно свидетельство технологической мысли древности, где также присутствуют все основные составляющие технологии: приспособление — рычаг 1, с помощью которого древний человек обрабатывал камень-заготовку 2, вручную раскачивая оправку с кремневым инструментом 3.

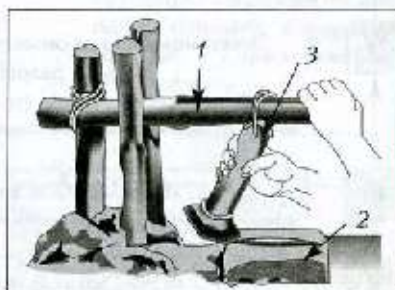


Рис. 2. Древнее приспособление для резки камня: 1 — нажимной рычаг; 2 — заготовка; 3 — оправка (совершает качательное возвратно-поступательное движение)

Уровень промышленности во многом определяет уровень развития страны и общества. А развитие промышленности, в свою очередь, определяется уровнем развития технологий, технологических машин и инструментов, используемых в производстве. Рассматривая историю человечества с технологических позиций, можно увидеть, что наиболее значимые вехи в развитии технологий совпадают с началом новых этапов развития общества. Каждой ступени развития общества соответствует определенный технологический уклад.

Технологические уклады

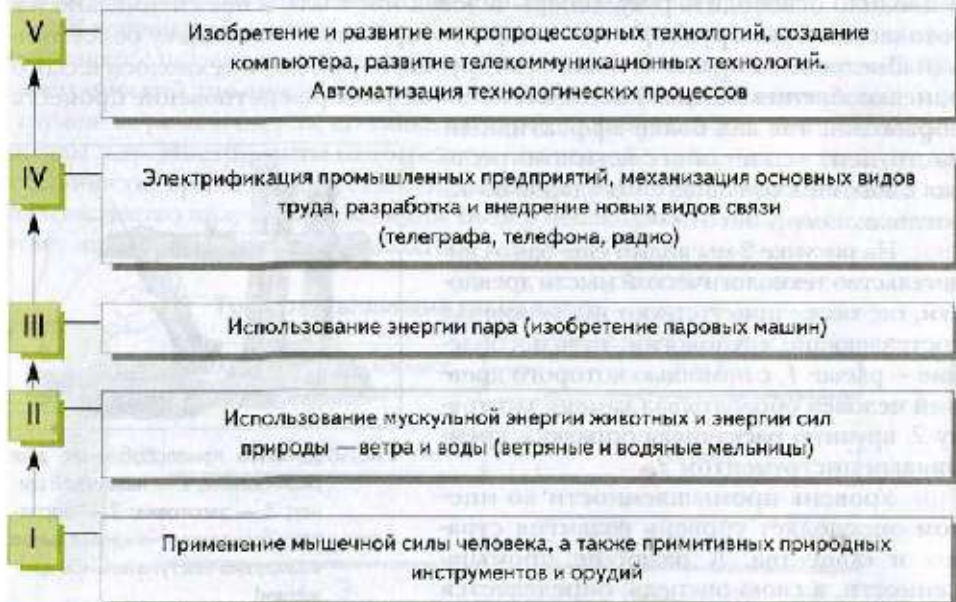


1. Знаете ли вы, что такое катапульта, праща, водочерпальное колесо? Где они применялись?
2. Попробуйте начертить схему работы ветряной мельницы.
3. Какие открытия и изобретения принадлежат Архимеду, Ньютону, Копернику?

Человечество в своем развитии прошло несколько *технологических укладов* – преобладающих способов производства:

- уровень ручных технологий (с помощью орудий труда);
- уровень первых технических устройств;
- степень машинных технологий;
- степень индустриально-механизированных технологий;
- уровень машинно-компьютерных и информационных технологий.

Технологические уклады и их основные технические достижения



На уроках истории и технологии вы многое узнали о ранних технологических укладах – I–IV (см. схему). Каждому технологическому укладу соответствует свой уровень развития цивилизации – уровень технологий, экономики и культуры. Технологический уклад определяется уровнем развития науки и зависит от суммы знаний, которыми владеет общество. Смена

укладов происходит вследствие научных открытий, внедряемых в производство и другие сферы жизни.

Роль техники и технологий в развитии человечества невозможно переоценить. Вокруг достижений техники и технологий во все времена фокусировалось внимание общества. *Технологический уклад* — это совокупность освоенных обществом технологий на определенном этапе исторического развития.

Первый технологический уклад характеризовался применением исключительно мышечной силы человека, первых орудий (скребка, рубила, каменного топора и т. д.) и самых примитивных приспособлений (см. рис. 1 и 2).

На самом раннем этапе для обработки материалов использовались каменные инструменты, удерживаемые в руке и приводимые в движение мышечной силой человека. Затем люди начали применять простейшие приспособления для закрепления инструмента, для обеспечения движения заготовки и инструмента. Появились изделия из бронзы, в том числе и бронзовые инструменты.

Определяющим для *второго* технологического уклада было применение ручного труда в сочетании с мускульной силой животных. Появились первые станки с ручным приводом, оснащенные простейшим приспособлением для закрепления инструмента и обеспечения движения заготовки и инструмента. Позднее появился станок с лучковым приводом (рис. 3). Огромным достижением на этой технологической ступени было освоение силы ветра и воды, примером которого, прежде всего, могут служить ветряные и водяные мельницы (рис. 4).



Рис. 3. Станок с лучковым приводом: 1 — упругое звено (лучковый привод); 2 — инструмент, с помощью которого отслеживали форму шаблона и обрабатывали заготовку; 3 — шаблон (прорезь в стенке станины); 4 — заготовка

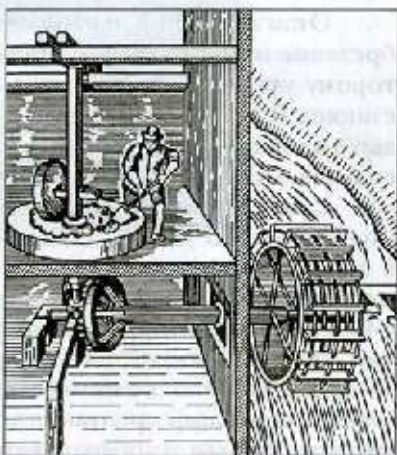
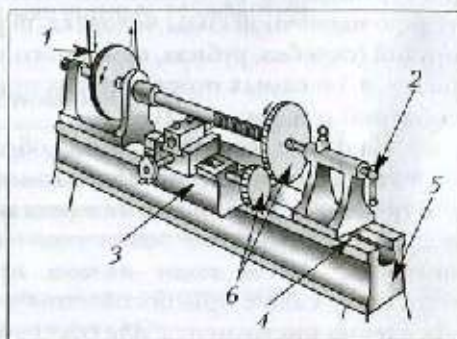


Рис. 4. Дробильная мельница с приводом от водяного колеса

Третий технологический уклад связан с появлением машин и механизмов, изготовленных из металла. Использование энергии пара в сочетании с применением стальных инструментов позволило значительно повысить скорость обработки и улучшить качество изготавливаемых деталей.

Проблема достижения высокой точности деталей (в частности, деталей для паровой машины) была решена английским механиком Генри Модсли. Он изобрел механический суппорт для закрепления резцов на токарных станках. В дальнейшем суппорт был применен на строгальном, фрезерном, карусельном и других металлообрабатывающих станках. Новые станки «породили» как новые инструменты (фрезы, строгальные резцы), так и новые технологии. Вскоре паровые машины стали использоваться для приведения в движение станков, что еще более повысило производительность обработки (рис. 5).

Рис. 5. Токарно-винторезный станок Модсли с приводом от паровой машины, оснащенный механическим суппортом (~1800 г.): 1 — привод; 2 — задняя бабка; 3 — крестовой суппорт (имел два ходовых винта, причем поперечный винт приводился в движение вручную); 4 — направляющая; 5 — станина; 6 — сменные зубчатые колеса (позволяли изменять передаточное отношение между заготовкой и ходовым винтом)



Отличительной чертой *четвертого* технологического уклада было изобретение и применение в станках электрического двигателя, благодаря которому удалось в десятки раз повысить скорость обработки и мощность станков (рис. 6.). Появление электродвигателя дало толчок разработке новых видов инструментальных материалов — быстрорежущей стали, твердых сплавов, минералокерамики и др.

В настоящее время развитие страны осваивают технологии *пятого* технологического уклада, главной особенностью которого является участие в производственных процессах электронной техники и автоматизации. Современные станки оснащаются системами числового программного управления (ЧПУ), манипуляторами для загрузки-выгрузки деталей, устройствами для автоматической замены инструментов (рис. 7).

Основной технологической задачей на современном этапе является преобразование информации с помощью так называемых *информационных технологий*, которые внедряют во все производственные процессы с целью их автоматизации. В перспективе любая технология реализуется в сочетании или под управлением информационной технологии.

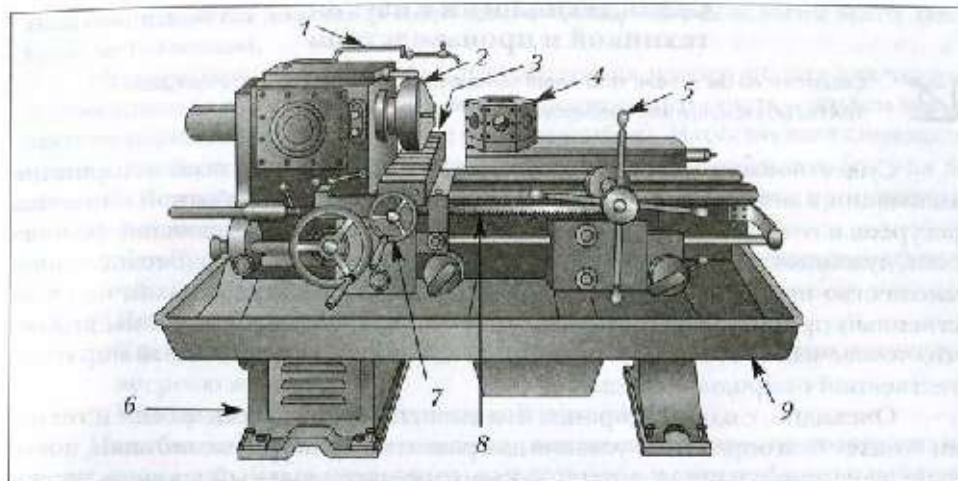


Рис. 6. Токарный станок с револьверной головкой первой половины XX века: 1 — подвод смазочно-охлаждающей жидкости; 2 — зажимной патрон; 3 — поперечная каретка; 4 — револьверная головка; 5 — ручной привод перемещения головки; 6 — станина; 7 — суппорт; 8 — зубчатая рейка механизма продольной подачи; 9 — поддон

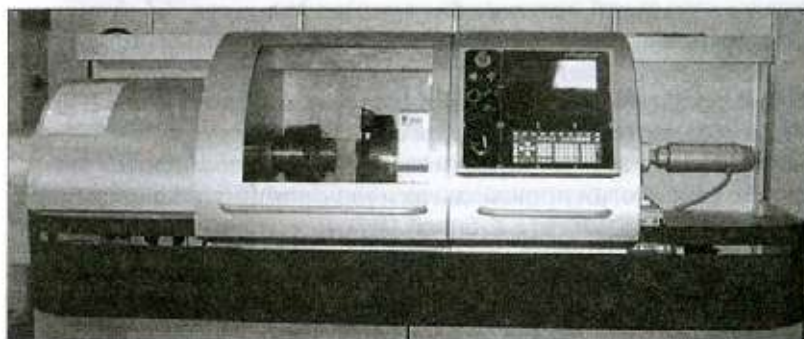


Рис. 7. Современный токарный станок с числовым программным управлением

Сегодня можно говорить уже и о новейшем, *шестом*, технологическом укладе (на примере Японии), когда всеми производственными процессами управляют компьютеры. В быстрых, подвижных саморегулирующихся технологических системах завтрашнего дня машины имеют дело с различными физическими материалами, выполняют трудоемкие рутинные задачи, люди же работают с потоком информации, решают сложные интеллектуальные задачи, используя почти мгновенную связь.

Связь технологий с наукой, техникой и производством



Согласны ли вы с тем, что «нет ничего практичнее хорошей теории»?
Как вы объясните это утверждение?

Существование человека и общества на протяжении всей истории цивилизации в значительной степени было связано с переработкой сырьевых ресурсов в готовый продукт или полуфабрикат, удовлетворяющий физические, духовные или интеллектуальные потребности человека. Бесчисленное множество преобразований позволило человеку создать особый, не свойственный природе искусственный мир — *техносферу*. Сегодня мы видим, что человечество все дальше и глубже уходит в этот искусственный мир из естественной природной среды.

Очевидно, с одной стороны, что высокий уровень технологии и техники создает благоприятные условия для развития культуры, экономики, повышает качество жизни, с другой — высокий материальный уровень жизни общества и его культура создают благоприятные условия для развития технологической среды, двигают вперед прогресс. Высокие темпы роста потребностей человека и общества ведут к ускорению темпов развития технологического мира. Уровень развития человеческого общества определяется уровнем развития технологий. В свою очередь, развитие технологий неразрывно связано с наукой, техникой и производством.

В процессе *производства* с помощью техники и технологий осуществляется преобразование сырья, материалов, энергии, информации в полезные вещи. На производстве изготавливают строительные материалы и дома, станки и компьютеры, автомобили и самолеты, военную и медицинскую технику, пищевые продукты, книги — практически все, чем пользуются люди.

Понятно, что технологии производства молочных продуктов отличаются от технологий производства автомобилей. Тем не менее у них много общего, так как любая технология сводится, по сути, к рациональному выбору:

- исходного материала и заготовок;
- инструментов и приспособлений, с помощью которых будет осуществляться преобразование;
- режимов обработки;
- технологических машин, которые будут производить работу по преобразованию;
- средств и устройств контроля качества произведенной продукции.

Современное производство немислимо без различных машин и устройств для обработки или транспортировки материалов, другими словами, без техники. Станки, автоматические линии для сборки телевизоров или розлива молока в пакеты, средства связи, автомобили и многое другое — все это объединено понятием *техника*. Следует заметить при этом, что вся

<http://kurokam.ru>

техника, какой бы дорогостоящей она ни была, без технологий всего лишь груда металлолома.

Истари основным способом приобретения нового знания для человечества служило простое накопление положительного опыта методом натурального экспериментирования (путем проб и ошибок). Нарастающая сложность и дороговизна техники потребовала отказа от метода проб и ошибок (как ведущего). Появилась потребность в научном знании. Для нужд производства начались поиски ответов на насущные вопросы:

- Что происходит с материалом, если его нагревать, резать или пластически деформировать?
- Что будет, если смешать химические вещества?
- Как преобразовать химическую энергию топлива в механическую энергию машин?
- Что происходит в электрической цепи? И т. п.

Подобных производственно-технологических вопросов возникало великое множество. Благодаря развитию науки на большинство из них найдены ответы.

Наука — это сфера человеческой деятельности, в задачи которой входит выработка новых знаний, а также теоретическая систематизация уже имеющихся знаний о действительности. Цели науки — описание, объяснение и предсказание (осмысленное предвидение) различных процессов или явлений. XX век — век научно-технического прогресса, важнейшей чертой которого является создание *четырёхзвенной системы машин*: 1) машины-двигателя; 2) рабочей машины; 3) транспортной машины; 4) автоматизированной системы управления и контроля за их работой. Четырёхзвенная система машин позволила механизировать и автоматизировать не только физическую, но и интеллектуальную деятельность человека.

Важнейшей чертой современного научно-технического прогресса является то, что при четырёхзвенной системе машин технологические процессы становятся непрерывными, в отличие от дискретных (прерывных) процессов при трёхзвенной системе машин. Особенностью научно-технической революции является то, что наука становится непосредственной производительной силой.

Современное материальное производство остро нуждается в научном обеспечении. Чтобы производимые товары (услуги) были конкурентоспособны, необходимо применять в производстве эффективные технологии на основе новейших достижений науки — *наукоемкие технологии*. При этом прирост научных знаний (научного совокупного продукта) должен быть больше прироста техники и технологий. По-



следний, в свою очередь, должен быть больше прироста современного производства. Наука должна развиваться с опережением, без этого не будет обеспечиваться интенсивный рост и совершенствование производства.

Любопытно, что примерно за последние полвека роль науки в материальном производстве существенно изменилась. Так, с XVIII до середины XX века открытия в науке следовали одно за другим, питали научно-технический прогресс, а практика — через создание и освоение техники — следовала за наукой, реализуя эти открытия в общественном производстве. Однако затем этот процесс резко оборвался: допустимо считать последними крупными научными открытиями создание лазера и атомной энергетики. Наука все больше стала обслуживать технологическое совершенствование практики. Понятие «научно-техническая революция» сменилось понятием *технологическая революция*.

Изменение роли науки в жизни людей повлияло на качество образования и структуру квалификации работников. Большинству стал необходим иной, нежели научный, тип образования, который условно можно было бы назвать продуктивным или технологическим. Основная задача современного инженера-технолога сводится главным образом к уменьшению суммы себестоимостей всех деталей, составляющих производимый продукт, через создание (в идеале) безлюдного, безотходного, высокопроизводительного производства каждой детали.

В развитии технологического мира принимает прямое или опосредованное участие каждый житель Земли — либо в качестве потребителя, либо через раскрытие новых законов и закономерностей развития общества, природы, либо через экономику, политику, культуру, экологию и т. п.

Каждый из нас должен владеть технологическими знаниями — знаниями о мире, созданном человеком, уметь действовать в этом мире и предвидеть последствия своих действий. Ведь в условиях активного техногенного воздействия на окружающую среду это становится как никогда актуальным. Сложные отношения искусственного, «машинного» мира человека и живого мира природы — тема следующего параграфа.

Практическая работа

З а д а н и е. Подготовьте доклад о любом интересующем вас открытии (известном ученом) в истории науки или техники.



Технологическая культура, технология, технологический уклад, научно-техническая революция (НТР), технологическая революция, наукоемкие технологии.



1. В чем сущность понятия «культура»?
2. Назовите известные вам виды культуры.
3. Приведите примеры взаимосвязи материальной и духовной культуры.
4. Приведите примеры преобразовательной деятельности человека.
5. Назовите основные виды технологий.
6. С какими именами вы связываете создание и развитие книгопечатания, автомобиля, радио, телевидения?
7. Какие художественные кинофильмы, книги о науке, технике, производстве вы смотрели и читали?

§2

Промышленные технологии и глобальные проблемы человечества



1. *Какие технические предвидения фантастов (например, Ж. Верна) сбылись в XX–XXI веках? Какие ждут своего часа?*
2. *Какие научные открытия и технологические достижения Вам хотелось бы увидеть воплощенными в первой четверти XXI века?*

Результаты внедрения новых и усовершенствованных технологий не всегда оказываются предсказуемыми для их создателей.

Американский инженер Хирам Максим, сконструировавший в 1899 году пулемет, надеялся, что это грозное оружие прекратит войны, а оно сделало их еще более жестокими. Строительство оросительных систем в Средней Азии предпринималось с целью улучшения природных условий и жизни людей, а обернулось исчезновением Аральского моря. И таких примеров можно привести множество.

Начало промышленной революции связывают с Англией, оно совпадает с периодом, когда истощающиеся запасы древесины в этой стране начали заменять углем, имевшимся в больших количествах. Использование угля породило проблемы удаления пустой породы, строительства шахт, откачки воды, транспортировки угля и контролируемого его сжигания. Применение угольного топлива сделало возможным создание парового двигателя. Механизмы, а не земля стали основным средством производства.

Все это потребовало значительной концентрации трудовых ресурсов вокруг шахт и обогатительных фабрик. Повсюду появились автомобильные и железные дороги, фабрики и, как следствие, — дымовые трубы, загрязненные водоемы и другие признаки антропогенного воздействия. Города раз-



растались, но благоденствие в них оказалось сомнительным. Уровень жизни рабочего был ниже, чем владельца земельного надела средней руки. Труд на фабриках оказался еще тяжелее и изнурительнее, чем в сельском хозяйстве. Территории вблизи фабрик приходили в ужасающее состояние.

В настоящее время в условиях рыночной системы смена технологий в среднем происходит за 10 лет, тогда как смена «природных технологий», т. е. появление новых видов живой природы, происходит, по палеонтологическим данным, в среднем за

3 млн лет. Эта огромная, в несколько порядков, разница предопределила опасную «конкурентоспособность» создаваемых человеком технологий по сравнению с «технологиями биосферы».

Сегодня развитие новых передовых технологий не может полностью гарантировать экологическую чистоту производства. Каждое производство в различном объеме так или иначе влияет на окружающую среду.

Все созданные человеком технологии направлены на потребление природных ресурсов и основаны на том, что биосфера является для человечества «кладовой» этих ресурсов. Нередко говорят и пишут об «экологических» и даже «экологически чистых» технологиях. Но подобных технологий не существует. На самом деле речь идет о технологиях, которые более эффективно используют природные ресурсы: из того же объема природного сырья создается больше конечных продуктов с меньшими энергетическими затратами на единицу продукции. Учитывая, что потребление будет продолжать расти и в будущем, новейшие технологии должны быть направлены на решение двух основных производственных задач:

1. *Создание замкнутых технологических циклов (безотходного производства).* Все материалы не должны по мере возможности выходить за пределы замкнутого цикла. Использование дефицитных сырьевых материалов надо свести к минимуму за счет использования вторичного сырья.

2. *Повышение качества продукции.* Необходимо добиваться как можно более длительных сроков жизни товаров, избегать использования редких и опасных материалов, развивать производство легко ремонтируемых изделий.

Рассмотрим, каким образом и насколько серьезно влияют на экосистемы современные технологии различных отраслей производства (энергетики, транспорта, сельского хозяйства и др.) и какие проблемы в этой связи стоят перед человечеством.

Энергетика и энергоресурсы



Какие виды энергии вы знаете? В какой последовательности они осваивались человеком?

Одной из самых мощных промышленных отраслей является энергетическая отрасль. Производство энергии связано с использованием различных природных ресурсов. Главным образом это ископаемое топливо, радиоактивные элементы и потенциальная энергия воды.

Тепловые электростанции. Львиная доля мирового производства электроэнергии принадлежит тепловым электростанциям (*ТЭС*), работающим на ископаемом органическом углеводе. Топливо (уголь, мазут, газ, сланцы) сжигается в топках паровых котлов, где его химическая энергия превращается в тепловую энергию пара.

В паровой турбине энергия пара переходит в механическую, а затем в генераторе превращается в электрическую. Тепловой коэффициент полезного действия обычной ТЭС составляет 37–39 %. Это значит, что около $\frac{2}{3}$ тепловой энергии в буквальном смысле слова вылетают в трубу, нанося при этом огромный вред обширному региону.



Тепловые электростанции потребляют огромное количество топлива. Так, ГРЭС¹ мощностью 1 млн кВт ежедневно сжигает 17 800 т угля (6–7 большегрузных железнодорожных составов) и 2500 т мазута. Весь уголь перемалывается в угольную пыль и непрерывно подается в топку котлов, в котлы же в больших количествах (150 тыс. м³) непрерывно поступает вода, к чистоте которой предъявляют весьма высокие требования. Пар, отработавший в паровых турбинах, охлаждаясь, превращается в воду и затем снова отправляется в котлы. На охлаждение ежедневно расходуется более 7 млн м³ воды, и при этом происходит тепловое загрязнение водоема-охладителя.

В последние годы было обнаружено, что радиационное загрязнение вокруг тепловой станции, работающей на угле, в среднем в 100 раз выше фона естественной радиации. Это связано с тем, что обычный уголь всегда содержит микропримеси урана-238, тория-232 и радиоактивный изотоп углерода. При работе ТЭС эти радионуклиды вместе с золой и другими продуктами сгорания поступают в атмосферу, почву и водоемы.

Гидроэлектростанции. Гидроэлектростанции (*ГЭС*) представляют собой наиболее простые устройства для получения электроэнергии. Энергоноситель — вода — поступает в турбину ГЭС из верхнего бьефа реки

¹ ГРЭС — государственная районная электростанция высокой мощности, вырабатывающая только электроэнергию.

(водохранилища, созданного плотинами) и уходит в нижний бьеф. Себестоимость электроэнергии, вырабатываемой ГЭС, в среднем в четыре раза ниже, чем у тепловых электростанций. Полные расчетные гидроресурсы рек планеты оцениваются в 1000 трлн кВт·ч. Однако гидроресурсов, которые можно практически реализовать с помощью ГЭС, примерно в 30 раз меньше. По оценкам специалистов, даже при полном использовании потенциала всех рек планеты гидроэнергетика может обеспечить человечество электроэнергией не более чем на 25 %.

В настоящее время в разных странах гидроресурсы используются в разном объеме (см. таблицу).

Использование гидроресурсов

<i>Страна</i>	<i>%</i>	<i>Страна</i>	<i>%</i>	<i>Страна</i>	<i>%</i>
Россия	20	Канада	50	Франция	90
Европейская часть	39	Япония	62	Швейцария	90
Сибирь	20	Швеция	74	США	44
Дальний Восток	5	Италия	74		

Из 25 самых мощных в мире гидроэлектростанций 7 находятся в странах СНГ. Крупнейшая в нашей стране ГЭС – Саяно-Шушенская (мощностью 6,4 млн кВт) – занимает по мощности 5-е место в мире, Братская ГЭС – 13-е. Наиболее крупные ГЭС находятся в Венесуэле (10,8 млн кВт) и в Бразилии (13,32 млн кВт).

Гидроэлектростанции можно разделить на две основные группы: построенные на равнинных и горных реках. В обоих случаях требуется строительство плотин, создающих необходимый напор воды и ее запас в водохранилище для обеспечения равномерной работы ГЭС в течение года.

При строительстве крупных ГЭС на равнинных реках возникает множество экологических проблем, связанных с нарушением естественной миграции рыб и их перестелищ, с затоплением плодородных пойменных земель и т. д.

В нашей стране особенно противоречивая ситуация сложилась на Волге, перегороженной целым каскадом плотин. С одной стороны, в результате строительства плотин было затоплено 1,78 млн га прекрасных пойменных земель и 0,7 млн га лесов, с другой – плотины обеспечили задержание и аккумуляцию в водохранилищах паводковых вод, сделали возможным судоходство по всей Волге, смягчили климат региона, позволили развивать орошаемое земледелие. До создания на Волге водохранилищ на обширных просторах Среднего и Нижнего Поволжья свирепствовали катастрофические засухи («черная мгла»), ежегодно происходили опусто-

нительные наводнения, уносящие $\frac{2}{3}$ годового стока реки, а в летнюю жару надолго нарушалось водное сообщение, резко уменьшался объем водопотребления.

Сейчас воды великой русской реки вращают десятки турбин волжских ГЭС общей мощностью более 11 млн кВт. Река обеспечивает водой население Москвы и приволжских городов — в общей сложности более 60 млн человек.

Атомные электростанции. В реакторе атомной электростанции (АЭС) тепловая энергия выделяется за счет высвобождения энергии связи нейтронов и протонов при делении ядер урана-235. Если при химическом сжигании 1 т угля выделяется 7 ккал теплоты, то при «сжигании» 1 г ядерного топлива — 20 млн ккал, т. е. почти в 3 млн раз больше. Если ГЭС мощностью 1 млн кВт за три года сжигает 250 тыс. вагонов угля, то АЭС той же мощности за этот срок потребует всего 2 вагона ядерного топлива. Установка АЭС возможна в любом месте, где имеется достаточно воды для охлаждения реактора, где нет серьезной сейсмической опасности, отсутствует осаднение грунта и нет угрозы разрушения здания АЭС в результате каких-либо внешних причин.

Типичная АЭС мощностью 1 млн кВт за год производит не более 2 м³ радиоактивных отходов. Общее количество отходов, образуемых на всех АЭС бывшего СССР, составляло ежегодно всего около 30 т.

Большую проблему представляет захоронение различных радиоактивных веществ, накопившихся в ходе многолетней наработки плутония для ядерного оружия. Этих отходов в сотни раз больше, чем при производстве ядерного топлива для всех АЭС.

Захоронение отходов — это помещение отходов под землю, в брошенные угольные шахты, соляные копи, специально подготовленные подземные полости, в глубочайшие впадины морского дна без возможности обратного извлечения, сброс отходов в океаны и моря в специальных контейнерах, а иногда даже и без них. С течением времени эти контейнеры могут быть подвержены коррозии или разрушены в результате землетрясений, и тогда ядовитые вещества попадут в окружающую среду. К сожалению, абсолютно безопасных методов захоронения отходов пока не найдено.





В нашей стране для связывания радиоактивных отходов достаточно широко используется *метод кальцинации* – остекловывания их в специальной вращающейся печи – кальцинаторе. Образующиеся при этом газы проходят специальную очистку.

К проблемам захоронения отходов примыкает проблема выработавших свой ресурс реакторов. Время начала их массового вывода из строя быстро приближается.

Эксплуатация АЭС связана с опасностью для окружающей природы и человека. В результате аварии на Чернобыльской АЭС пострадали сотни тысяч людей (особенно дети) не только вблизи Чернобыля, но и далеко за его пределами. Образовались радиоактивные пятна – места выпадения радиоактивного дождя. Выпадение радионуклидов обнаружено на территории Белоруссии, России, Австрии, ФРГ, Италии, Румынии, Польши, Швеции, Финляндии.

Катастрофа в Чернобыле показала, что потери при аварии на ядерном энергетическом реакторе на несколько порядков превышают потери при аварии на энергетической установке такой же мощности, использующей ископаемое топливо. При работе реакторов АЭС образуется около 250 различных радиоактивных изотопов, попадание которых в окружающую среду может привести к тяжелым последствиям: раковым заболеваниям, врожденным дефектам, ослаблению иммунной системы населения, проживающего вблизи ядерных установок. Поэтому при строительстве и эксплуатации АЭС надо уделять повышенное внимание очистке выбросов и отходов.

При решении вопроса о размещении АЭС необходимо учитывать множество факторов: потребность региона в электроэнергии, природные условия, наличие достаточного количества воды, плотность населения, вероятность возникновения землетрясений, наводнений, характеристику верхних и нижних слоев грунта, грунтовых вод и т. д.

Сегодня в мире идет неустанный поиск новых путей удовлетворения энергетических потребностей человечества. О них речь пойдет в следующем параграфе.

Практическая работа

Посадка деревьев и кустарников возле школы

Ход работы:

1. Ознакомьтесь с территорией, которую вы собираетесь озеленить. Сделайте разметку территории с помощью шнура.

2. Если ваша школа находится неподалеку от дороги, то для снижения уровня шума пространство между дорогой и школой необходимо засадить тремя рядами лиственных деревьев (например, кленом остролиственным, вязом обыкновенным, липой мелколистной, каштаном конским) и живой изгородью из кустарников (например, спиреи кайнолистной, жимолости татарской, акации желтой, боярышника сибирского).

3. Деревья можно сажать на расстоянии 5–6 м друг от друга, между рядами — 5–7 м. Лучше их располагать в шахматном порядке.

4. Кустарники высаживают между деревьями (на расстоянии 1 м друг от друга) в ряд или двусторонне — на расстоянии 1 м в ряду и 0,5 м между рядами, в шахматном порядке.

5. Корневая шейка растения (место перехода корней в ствол) должна выступать над поверхностью на 3–4 см с таким расчетом, чтобы после оседания почвы она была на уровне земли. Для более правильного положения корневой шейки поперек ямы можно положить посадочную рейку (рис. 8).

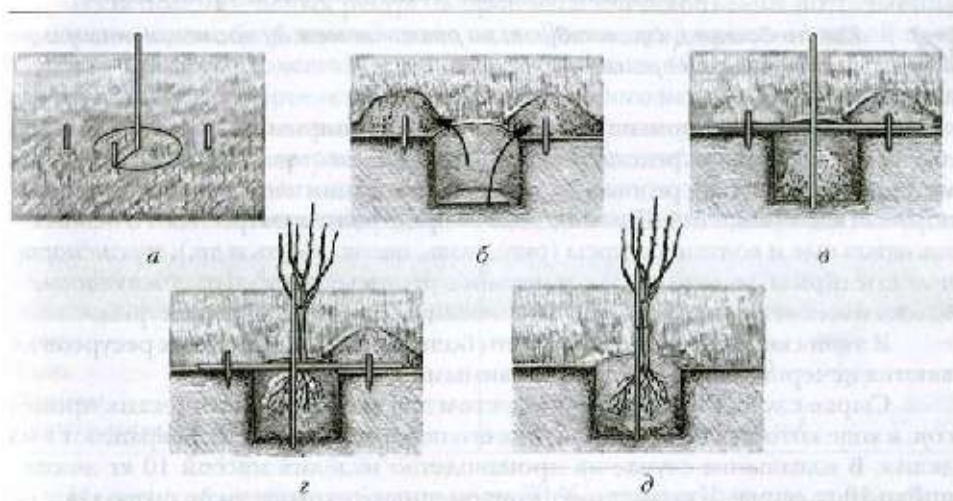


Рис. 8. Последовательность действий (а–д) при посадке деревьев и кустарников

6. После разметки выкапывают ямы такого размера, чтобы при посадке не пришлось сгибать корни. При выкапывании ям плодородный слой кладется отдельно — им будут засыпать корни растений. На дно ямы насыпают небольшой холмик плодородной земли, на котором расправляют корни растения. При засыпании ямы один человек удерживает дерево в вертикальном положении, чтобы не засыпать корневую шейку, а другой аккуратно присыпает.

7. Еще не заполнив до краев посадочную яму, деревце обильно поливают. Затем присыпают яму полностью, слегка уплотнив почву, чтобы не было пустот между корнями. Сверху досыпают земли и разрыхляют ее граблями. Этот слой поможет сохранить влагу в почве.

8. Большие саженцы (1,5–2 м и выше) для вертикальной фиксации можно привязать к кольям.

Не забывайте периодически поливать посаженные вами деревья и кустарники!



ТЭС, ГРЭС, ГЭС, АЭС, захоронение отходов, метод кальцинации.



1. Назовите достоинства и недостатки различных способов получения энергии.
2. Каковы основные современные тенденции развития мировой энергетики?
3. Какие способы экономии энергии вам известны?

Промышленные технологии и транспорт



Как по-вашему, существуют ли различия между промышленным и индустриальным производством?

Современные промышленные технологии широко используют природные ресурсы как непосредственно, в виде сырья, заготовок и вспомогательных материалов, так и опосредованно, при использовании электроэнергии и транспортных коммуникаций. *Промышленные* предприятия потребляют в основном минеральные и водные ресурсы (руду, уголь, песок, нефть и др.), *транспортные* предприятия используют земельные ресурсы, *сельскохозяйственные* — биологические (растительный и животный мир) и земельные ресурсы.

В этой связи важно помнить, что большинство природных ресурсов являются исчерпаемыми и невозобновимыми.

Сырье служит исходным продуктом для всех технологических процессов, в ходе которых на предприятиях его перерабатывают и превращают в изделия. В идеальном случае на производство изделия массой 10 кг должно пойти 10 кг сырья. К сожалению, современные технологии не позволяют использовать сырье на 100 %, поэтому для производства изделия сырья придется тратить больше, чем это изделие весит в готовом виде.

Для оценки технологий по материалоемкости применяют *коэффициент использования материала*, который равен отношению массы готового изделия к массе заготовки. Для заготовок, полученных профильной прокаткой, коэффициент использования материала составляет 0,8, горячей штамповкой — 0,75, свободной ковкой — 0,6, а для заготовок из прутков — 0,5. Более высокий коэффициент использования материала характерен для литейного производства (0,75–0,95) и для изделий, изготовленных из металлических

порошков и пластмасс (0,9–0,97). Использование технологических процессов, обеспечивающих большой коэффициент использования материалов, позволяет значительно снизить расход природных ресурсов без снижения объемов производства.

Любое промышленное предприятие кроме сырья потребляет и земельные ресурсы, так как всегда занимает некоторую (часто весьма значительную) площадь, имеет подъездные пути, очистные сооружения, склады и другие вспомогательные службы.

Промышленное потребление воды и минеральных ресурсов. Кроме сырья промышленное предприятие использует большое количество материалов, которые не входят в готовую продукцию, но необходимы для осуществления производства. Так, металлургический комбинат для производства стальных листов должен использовать огнеупорные материалы (глину, песок), различные химические вещества, инструментальные стали, древесину и т. д. Вспомогательные материалы значительно расширяют масштабы потребления природных ресурсов промышленностью.

Из вспомогательных ресурсов производства по объемам потребления на первом месте, безусловно, стоит вода. Достаточно привести такой пример, что для производства 1 компьютера требуется 40 т воды. Воду следует рассматривать как сырье особого рода, без которого невозможна реализация большинства промышленных технологий, созданных человеком, так как все эти технологии правомерно назвать *мокрыми* (см. таблицу).

Объем потребления воды различными производствами

<i>Производство 1 т продукции</i>	<i>Потребленная вода, т</i>
Уголь	3
Сталь	200–300
Пшеница	1500
Синтетические волокна	Около 4 тыс.

Из всего объема потребления воды 70 % используется для ирригации, остальные 30 % – в промышленности и коммунальном хозяйстве.

В процессе промышленного использования воды часть ее испаряется, теряется из-за утечек, включается в промежуточные или конечные продукты. Оставшаяся вода вместе с загрязнителями поступает в естественные водные объекты, иногда проходя специальную очистку, а часто безо всякой очистки.

Следует отметить, что в настоящее время загрязнение вод происходит не только в процессе их технологического использования. Выбросы в окружающую среду газообразных и твердых веществ в не меньшей степени загрязняют естественные водные объекты. Аэрозоли, диоксид серы и оксиды азота,

поступающие в атмосферу в процессе хозяйственной деятельности, выпадают с осадками на поверхность суши и проникают в поверхностные и подземные воды. <http://kurokam.ru>

Вокруг свалок твердых отходов образуется зона «расплывания» загрязнителей, так как вода является универсальным растворителем и с той или иной скоростью растворяет практически все вещества. Таким образом, водные объекты выступают транспортными системами и конечными аккумуляторами антропогенных загрязнителей окружающей среды.

Минеральное сырье (или полезные ископаемые) — это природные образования неорганического и органического происхождения, сформировавшиеся в земной коре. По своему физическому состоянию они делятся на *твердые* (уголь, руды, нерудные полезные ископаемые), *жидкие* (нефть, минеральные воды) и *газообразные* (природные горючие и инертные газы).

По областям промышленного использования минеральные ресурсы можно разделить на следующие группы:

1) топливно-энергетические (ископаемый уголь, нефть, природный газ, горючие сланцы, торф, урановые руды);

2) сырье для черной и цветной металлургии (железная, марганцевая руда, медные, свинцово-цинковые, никелевые, вольфрамовые, молибденовые, оловянные руды, хромиты, бокситы и др.);

3) горно-химическое сырье (фосфориты, апатиты, поваренная и калийные соли, сера и др.);

4) природные технические, строительные, поделочные материалы и драгоценные камни (гранит, мрамор, яшма, агат, горный хрусталь, алмаз и т. д.);

5) гидроминеральные (подземные минерализованные и пресные воды).

Объемы добычи и потребления минерального сырья в настоящее время достигли небывалых размеров. Этому способствовала научно-техническая революция и быстрый рост населения. Увеличивающиеся масштабы производства уже привели к истощению наиболее легкодоступных месторождений. В результате стала развиваться добыча сырья в труднодоступных горно-геологических условиях, в частности в акватории морей и океанов.

Для того чтобы отдалить угрозу нехватки основных минеральных ресурсов, сегодня в разработку вовлекается сырье более низкого качества, а также новые виды минерального сырья.

Разведка полезных ископаемых, а также такие мощные отрасли промышленности, как добыча, переработка, а также транспортировка минерального сырья (сюда же можно включить и потребление), сопряжены с большими потерями энергоресурсов и масштабным загрязнением окружающей среды. Чтобы снизить нежелательное воздействие на природу этих факторов, необходимо незамедлительно и активно внедрять в практику достижения научно-технической мысли.

В перспективе добыча минерального сырья должна быть обеспечена с помощью более эффективных методов поиска и разведки полезных ископаемых, освоения все больших глубин вплоть до океанического дна, зоны вечной мерзлоты, привлечением самых современных технологий добычи и транспортировки, а также расширенной разработкой нетрадиционных видов сырья (керамики, полупроводниковых элементов и др.).

Промышленная эксплуатация лесных ресурсов. Древесина до сегодняшнего времени остается ценнейшим промышленным сырьем. Исключительные технологические свойства и экологичность этого материала обусловили постоянно возрастающие потребности в нем.

Лесные массивы планеты эксплуатируются беспощадно, и лишь небольшая часть их находится под защитой. За один только XX век разрушены естественные лесные экосистемы на 40 % площади континентов. Ежегодно леса сокращаются со скоростью 180 тыс. км² в год. При этом объем лесовосстановления относится к объему сведения леса как 1:10. В Московской области только за последние 60 лет площадь лесов, приходящихся на одного жителя, сократилась в 7 раз.

Сегодня в Европе (без России) леса занимают сколько-нибудь значительные территории лишь в Скандинавских странах — Финляндии (77 %) и Швеции (68 %). В Белоруссии, Югославии, Чехии, Словакии, Норвегии леса покрывают до 36–39 % площади. Однако значительную долю этих массивов составляют искусственные посадки, не участвующие в стабилизации окружающей среды (так как используются для выращивания товарного леса), а также *вторичные леса*¹.

Промышленное загрязнение окружающей среды привело к тому, что повсеместно в Европе более 20 % деревьев имеют различные поражения: сниженную репродуктивную функцию, отставание в росте, высокую заболеваемость и т. д. В таких странах, как Польша, Белоруссия, Великобритания, уровень поражения деревьев достигает 70 %.

Промышленные отходы и атмосфера. Воздух атмосферы представлен смесью газов: азота (78,1 %), кислорода (21 %), аргона (0,9 %), углекислого газа, неона, гелия, водорода, озона. В результате природных процессов и антропогенного вмешательства атмосфера пополняется такими ядовитыми газами, как метан, оксиды азота и углерода, сернистый газ и др.



¹ *Вторичные леса* — образовавшиеся после вырубки пионерного леса молодые леса, еще не достигшие уровня, при котором они в полной мере включаются в поддержание устойчивого состояния биосферы.



Наибольшее количество оксида углерода (угарного газа) выбрасывается металлургическими заводами, а также трубами домашних печей. Химическая промышленность загрязняет воздух смесью различных ядовитых газов. *Фреоны* попадают в атмосферу из аэрозольных баллончиков¹.

В выхлопах автомобилей содержатся губительные для всего живого ингредиенты: угарный газ, окись азота, несгоревшие летучие углеводороды.

При повышении в воздухе концентрации ядовитых газов у человека ухудшается самочувствие, страдают легкие, сердечно-сосудистая система, возникает раздражение глаз, слизистых оболочек рта и носа. Поэтому содержание этих газов в воздухе не должно превышать установленных предельно допустимых норм (ПДК).

Сернистый газ называют главным химическим загрязнителем атмосферы. Он образуется при сжигании угля, сланцев, нефти, производстве серной кислоты, при выплавке меди. Этот газ быстро распространяется на значительные расстояния. Соединяясь с парами воды, сернистый газ образует серную кислоту — один из самых токсичных компонентов *кислотных дождей*².

Выпадение кислотных дождей на океаническом мелководье изменяет среду обитания морских беспозвоночных животных, в результате чего многие из них перестают размножаться. Это влечет за собой нарушение цепей

питания и гибель животных данной пищевой пирамиды. Возникает нарушение экологического равновесия в океанах. Попадая на поверхность почвы, кислотные дожди вызывают в ней серьезные изменения: увеличивают общую кислотность, выщелачивают кальций, магний, калий, связывают фосфор, повышают токсичность металлов. У растений снижается устойчивость к болезням и вредителям, прекращается усвоение азота. В результате они замедляют рост и погибают. Урожайность культур в районах с кислотными дождями заметно понижается. Более 14 % лесов планеты деградирует из-за кислотных дождей.



¹ *Фреон* — хлор-, фтор- и бромсодержащие углеводороды, применяющиеся в качестве хладагентов и растворителей в холодильниках, кондиционерах, аэрозолях.

² *Кислотные дожди* — все виды метеорологических осадков, в которых отмечается понижение pH из-за загрязнения воздуха кислотными оксидами.

Парниковый эффект — это естественный процесс разогревания нижних слоев атмосферы за счет поглощения ими тепла нагреваемой Солнцем земной поверхности. Если бы парникового эффекта не существовало, не было бы и жизни на Земле, так как температура на ее поверхности была бы существенно ниже.

Роль поглотителей (хранителей) тепла в атмосфере принадлежит в основном водяным испарениям и углекислому газу. Однако с бурным ростом промышленности в состав этих так называемых *парниковых газов* стали входить дополнительные компоненты, например фреоны и оксиды азота. Увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере может привести к усилению парникового эффекта, который в свою очередь приведет к глобальному потеплению климата.

Доля фреонов, применяемых в холодильниках, кондиционерах, аэрозольных баллончиках, в настоящее время достигает 20 % от состава парниковых газов. Оксиды азота, образующиеся в процессе формирования перегной после вырубки лесов и применения азотных удобрений, составляют 10 %, метан — примерно 16 % ($\frac{2}{3}$ метана образуется в процессе человеческой деятельности, половина этого количества — результат гниения на орошаемых полях и выделений домашнего скота). Самая большая доля (50 %) в этом процессе принадлежит углекислому газу. Сжигание ископаемого топлива и дров высвобождает углерод, который «не предусмотрен» в естественном балансе атмосферы.

Ученые высказывают опасения, что усиление парникового эффекта может вызвать в ближайшие десятилетия потепление и как следствие — подъем уровня Мирового океана, в результате чего будут затоплены расположенные в низинах города и сельскохозяйственные районы.

В верхних слоях атмосферы Земли (стратосфере) расположен озоновый слой, состоящий из особой формы кислорода — озона. Именно он создает защитный экран, спасающий все живое от губительных ультрафиолетовых лучей.

В последние десятилетия в атмосферу Земли поступает все больше фреонов. Нейровитые и химически инертные фреоны не разрушаются водой, но под действием ультрафиолетовых лучей с определенной длиной волны (184–255 нм) выделяют атомарный хлор, который раллагает озон. Удобные в быту флакончики с духами, дезодорантами, лаком для волос являются экологической угрозой для озонового слоя атмосферы — защитного экрана Земли, который истончается, образуя так называемые «озоновые дыры».



Озоновая дыра — это пространство озоносферы, где значительно (до 50 %) понижено содержание озона. Появление озоновых дыр впервые было отмечено в начале 80-х годов XX века. Наиболее крупные из них наблюдались над Антарктидой и Арктикой.

Содержание озона уменьшается также из-за возрастания в атмосфере доли оксидов азота, выделяемых космическими кораблями, автотранспортом, тепловыми электростанциями, и сокращения доли кислорода в результате вырубки лесов и сжигания природного топлива.

Практическая работа

Оценка запыленности воздуха

Теоретический аспект Пыль представляет собой мельчайшие частицы какого-либо вещества, взвешенные в воздухе. На организм человека пыль воздействует через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, слизистые оболочки глаз, носа, поверхность кожи.



Попадая в организм человека через органы дыхания, пыль может вызвать тяжелые заболевания — пылевой бронхит, бронхиальную астму, пневмонию и др. В случае попадания на кожу пыль может привести к закупорке потовых желез, фурункулезу, экземе, угревой сыпи.

Величина предельно допустимой концентрации (ПДК) запыленности воздуха колеблется в пределах от 1 до 10 мг/м³. Концентрация пыли в воздухе и ее состав определяются весовым и счетным методами.

Сущность метода состоит в определении массы пыли, оставшейся на фильтре.

Для работы вам потребуются точные лабораторные весы. В качестве фильтрующего элемента применяют фильтры АФА (рис. 9).

Ход работы:

1. Выберите 5 деревьев одной породы вблизи дороги (1–2 м). На высоте 1–1,5 м со стороны дороги с каждого дерева сорвите по 10 листьев и поместите в чистую стеклянную банку с крышкой.

2. Выберите 5 деревьев одной породы в удалении от дороги (100–200 м и далее). На высоте 1–1,5 м с каждого дерева сорвите по 10 листьев и также поместите в чистую стеклянную банку с крышкой.

3. Места взятия проб отметьте на карте микрорайона.

4. Листья в банках залейте дистиллированной водой и тщательно смойте пыль с поверхности каждого листа.

5. Воду каждой из банок отфильтруйте и после сушки взвесьте массу осадка, оставшегося на каждом фильтре. Полученные результаты — масса пыли на поверхностях листьев разных проб.

6. Определите, сколько пыли осаждается на 1 м^2 поверхности листвы. Для этого рассчитайте площадь поверхности листьев. Возьмите 5 листочков (из числа обмытых), лучше разных по размеру, просушите салфеткой и обведите каждый из них на бумаге. Затем вырежьте по контуру и взвесьте вырезанные проекции листа. Из той же бумаги вырежьте квадрат $10 \times 10 \text{ см}$ и взвесьте его. Рассчитайте поверхность обмытых листьев (дм^2) по формуле:

$$S = m_1 \cdot n / 5 \cdot m_2 \text{ (дм}^2\text{)},$$

где m_1 — масса бумаги, вырезанной по контурам 5 листьев, г; m_2 — масса 1 дм^2 бумаги, г; n — количество обмытых листьев.

7. После этого можно определить, сколько пыли осаждается на 1 м^2 поверхности листвы, а зная время накопления пыли (от последнего сильного дождя до момента исследования), можно подсчитать среднюю скорость осаждения пыли за сутки ($\text{г/м}^2 \cdot \text{сут}$):

$$V = m \cdot 100 / S \cdot t,$$

где m — масса пыли, г; S — поверхность обмытых листьев, дм^2 ; t — время осаждения пыли, сут.

На основании исследований, проведенных в разных точках микрорайона, можно построить карту запыленности воздуха на данной территории.



Рис. 9. Лабораторный фильтр АФА.



Природные ресурсы; промышленные, транспортные, сельскохозяйственные предприятия; коэффициент использования материала; парниковый эффект, озоновая дыра, фреон.



1. Какой вред окружающей среде приносят промышленность и транспорт?
2. Каковы основные загрязняющие атмосферу компоненты?
3. Предложите технологии улучшения качества воздуха.

Сельское хозяйство в системе природопользования



В чем заключается противоречие между потребностями человека и возможностями природы?

Сельское хозяйство — это одна из самых важных для человечества производственных отраслей, напрямую связанная с обеспечением его выжива-

и безжизненных ныне пустынях Азии и Африки. Не исключено, что это следствие экологических катастроф, вызванных неразумной деятельностью человека.

Сельскохозяйственные технологии сегодня занимают первое место в ряду антропогенных воздействий, послуживших основной причиной вырубки лесов, исчезновения многих видов флоры и фауны. Это можно проиллюстрировать на примере Германии (см. таблицу).

Исчезновение видов животных и растений под воздействием техногенных факторов (Германия)

№ п/п	Причина исчезновения видов	Кол-во исчезнувших видов
1	Сельское хозяйство	397
2	Туризм	112
3	Добыча минерального сырья	106
4	Застройка территорий	99
5	Гидротехника	92
6	Лесное хозяйство и охота	84

Бесконтрольное применение интенсивных технологий (особенно широкое использование пестицидов) губительно влияют на все живое. Накапливаясь в тканях растений, которые идут в пищу человеку и животным, ядохимикаты вызывают различные нарушения жизненных функций организма.

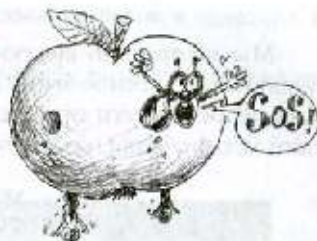
Последствия применения азотных удобрений. При недостатке азота происходит истощение почвы, падение уровня ее плодородия и снижение устойчивости против эрозии. Кроме того, в растениях тормозится синтез белков, ферментов, хлорофилла, а значит и углеводов. Особенно необходим азот для образования новых клеток. Однако избыточное или неправильное применение азотных удобрений приводит к тому, что азот накапливается в почве в виде *нитратов* и *нитритов* (солей азотной и азотистой кислоты).

Не все вводимые в почву удобрения достигают растений, большое количество их теряется, выносится в водоемы. В промышленных странах в почву, а затем в поверхностные и грунтовые воды ежегодно поступает большое количество нитратов. В незагрязненных реках Земли средний уровень содержания нитратов составляет 100 мг/л, а в Западной и Центральной Европе при интенсивном сельском хозяйстве — 4500 мг/л; концентрация фосфора в реках этого региона в 2,5 раза выше, чем в незагрязненных водоемах.

При накоплении в почве нитратов качество сельскохозяйственной продукции резко ухудшается. Теряется устойчивость овощей и фруктов к дли-

тельному хранению, снижается питательная ценность продуктов и их потребительские качества.

При попадании нитратов в организм человека происходит их восстановление до нитрит-ионов (нитрат-ионы NO_3 переходят в нитрит-ионы NO_2), которые переводят гемоглобин крови (кислородпереносящий белок) в метгемоглобин, не способный транспортировать кислород. Считается, что не менее 5 % злокачественных опухолей возникает из-за повышенного содержания в пище нитратов.



Опасность химических средств защиты растений. Для защиты растений, сельскохозяйственных продуктов, древесины, хлопка, кожи, для уничтожения эктопаразитов животных и борьбы с переносчиками опасных заболеваний используются пестициды – химические соединения, синтезированные человеком. Отдельные группы *пестицидов* имеют собственные названия: *инсектициды* (уничтожающие насекомых), *гербициды* (препараты для борьбы с сорняками) и др.

Химические средства защиты неоднородны по своему составу и включают различные химические соединения, среди которых соли тяжелых металлов, диоксины и др. Часть из них очень стойкие и обладают способностью накапливаться в живых организмах. Например, широко применяемый в середине XX века пестицид ДДТ двадцать лет спустя обнаруживался в почве, в материнском молоке, в жире байкальских тюленей и даже у пингвинов Антарктиды.

В состав некоторых инсектицидов и гербицидов входят соединения, которые называются *диоксинами*. У человека отравление со смертельным исходом может возникнуть при попадании в организм мельчайших количеств диоксина. Дополнительная опасность этих соединений заключается в том, что они не растворяются в воде и могут сохраняться десятилетиями.

Проблемы, связанные с животноводческими технологиями. Масштабное развитие животноводства в мире вызвало проблему утилизации большого количества навоза. Только 67 % продуктов жизнедеятельности сельскохозяйственных животных используется в виде удобрений. Остальное (около 50 млн т в год) выбрасывается и попадает в реки и другие водоемы.

Использование загрязненной воды ведет к заболеваниям и повышает смертность, особенно детскую. Заболевания, связанные с подобным видом загрязнений, наиболее широко распространены в развивающихся странах, где недостаточно отлажены системы водоснабжения и канализации.

Мы завершили краткий обзор состояния основных современных промышленных технологий и вызванных ими глобальных проблем. Кто и как разрешит эти проблемы? Существуют ли пути нейтрализации воздействий техносферы на окружающую среду? Это тема следующего параграфа.

Практическая работа

Определение наличия нитратов и нитритов в пищевых продуктах

<http://kurokam.ru>

Теоретический аспект Для определения наличия нитратов и нитритов применяют количественные и качественные методы: ионометрические, фотометрические и т. д. В быту чаще всего для этого используют специальную индикаторную бумагу «Индам», которая продается в торговой сети (магазины «Природа» и «Химреактивы»). К бумаге прилагается цветовая шкала, где помимо цвета указывается примерное содержание нитратов и нитритов (1 мг на 1 кг продукции).

Ход работы:

1. Для определения содержания нитратов и нитритов возьмите любые сельскохозяйственные продукты: свеклу, капусту, картофель, яблоки и т. д.
2. Сделайте срез кожуры ножом. Затем к срезу на несколько секунд приложите специальную индикаторную бумагу.
3. Цвет приложенной индикаторной бумаги сравните с цветовой шкалой. Определите, какая концентрация нитратов и нитритов соответствует данному окрашиванию.
4. Сделайте вывод о возможности использования этой продукции в пищу.
5. Попробуйте снизить концентрацию искомых солей путем вымачивания или варки продукта. Отметьте время, в течение которого происходит уменьшение концентрации на 20, 40, 60 % и т. д.
6. Сделайте вывод о способах снижения содержания нитратов и нитритов в пищевых продуктах. Наблюдения и выводы занесите в тетрадь.



Экстенсивный и интенсивный путь развития сельского хозяйства, альтернативное земледелие, нитраты, нитриты, диоксины, пестициды.



1. В чем разница между экстенсивным и интенсивным развитием сельского хозяйства?
2. Сформулируйте технологические задачи, вытекающие из противоречия между потребностями человека и возможностями природы.

3. В чем заключается рациональное использование лесов и пахотных земель?
4. Для чего необходимо сохранять биологическое разнообразие на планете?

§3 Природоохранные технологии



Считаете ли вы, что необходим контроль общества за развитием науки, техники, технологий? Может ли служить таким контролем популяризация научно-технических знаний в литературе и средствах массовой информации?

Экологический мониторинг. Особое значение в современных условиях приобретает использование достижений научно-технического прогресса для решения природоохранных задач. Это в первую очередь касается совершенствования экологически безвредных и ресурсосберегающих технологических процессов, создания комплексных безотходных производств, широкого применения водооборотных схем, систем контроля за выбросами загрязняющих веществ в окружающую среду, состоянием природных объектов и всей биосферы с целью ранней диагностики начавшихся изменений.



Прежде всего требуется надежная оценка состояния окружающей среды. Информационная система наблюдения и анализа состояния природной среды, в первую очередь уровней загрязнений и эффектов, вызываемых ими в биосфере, получила название *мониторинг*.

Мониторинг включает три основные процедуры: наблюдение, оценку состояния и прогноз возможных изменений. Важнейший элемент мониторинга – оценка состояния природной среды. Этапами этой оценки являются выбор показателей и характеристик объектов окружающей среды и их непосредственное измерение. Набор параметров должен дать достоверный ответ на вопрос, каково состояние объекта (природной среды).

Любая новая промышленная технология непременно должна проходить экологическую экспертизу, т. е. оценку по всем параметрам мониторинга. И только в том случае, если эта технология кроме технических достоинств отвечает природосберегающим требованиям, она имеет право на внедрение.

Применение экологически чистых и безотходных производств



Почему финны считают источником благополучия своей страны самовоспроизводящиеся системы — леса и людей?

Переработка бытового мусора и промышленных отходов. Большую проблему с точки зрения экологии представляет утилизация бытовых и промышленных отходов. В России на санкционированных и несанкционированных свалках, хранилищах, полигонах скопилось около 86 млрд т твердых отходов производства и потребления, что составляет порядка 600 т на каждого жителя страны. (Коммунальные отходы от этого числа составляют примерно третью часть.) Из этой массы на мусоросжигательные заводы поступает приблизительно 5 %, остальное оседает на полигонах и свалках.

Кроме того, на территории России накоплено 1,1 млрд т опасных отходов. К ним относятся радиоактивные отходы, пестициды, запрещенные к употреблению или пришедшие в негодность запасы химического оружия, диоксины, которые содержатся в отходах хлорного производства и целлюлозно-бумажных комбинатов.

Ежегодное накопление различных видов твердых отходов в России — 10–15 т на человека, в том числе токсичных — 0,8 т. Степень утилизации отходов невелика: для инертных веществ (вскрышные породы, зола, строительный мусор) она не превышает 20–30 %, для опасных — 10–25 %. Сельскохозяйственные отходы утилизируются примерно на 70 %, а радиоактивные в основном хранятся или подвергаются захоронению.

В странах Европы многие виды отходов успешно утилизируются. Так, в Германии сельскохозяйственные отходы утилизируются на 90 %, корпуса старых автомобилей — на 98 %, отработанные масла — более чем на 90 %, по-



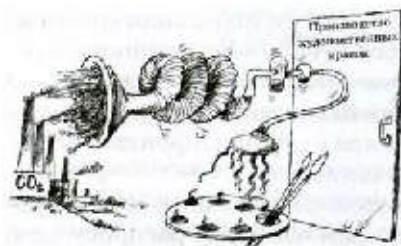
крышки автомобилей — почти полностью. Вместе с тем такие виды отходов, как строительный мусор, отходы горнодобывающей промышленности, в основном складываются, как и 50 % промышленных шламов. Размещение 1 т бытового мусора на свалках обходится Германии примерно в 750 евро. Развивается нелегальный вывоз опасных отходов в страны Африки и Азии, а также размещение там предприятий по их сжиганию.

Особую угрозу для экологии представляют «дикие» свалки, откуда ядовитые вещества и микроорганизмы, попадая в подземные воды, распространяются на многие километры. На таких свалках быстро размножаются крысы, являющиеся переносчиками ящура, лихорадки, сыпного тифа, чумы, гельминтов. В то же время в бытовом мусоре содержится много ценных веществ: органические соединения, годные для удобрения, бумага и картон, стекло, пластмасса, кожа, дерево, металлы. Поэтому разрабатываются проекты и строятся специальные заводы по переработке мусора. Они более безопасны для окружающей среды и одновременно более экономичны, чем мусоросжигательные установки. Сократить накопление отходов позволяет многократное использование стеклянных бутылок, сбор пластмассовых бутылок и полиэтиленовых пакетов для переплавки и т. д.

Нет нужды доказывать, что техника все больше совершенствуется. Все больше производится сложных машин и механизмов, которые состоят из самых разнообразных материалов: черных и цветных металлов, пластмасс, дерева, резины, стекловолокна и композитов. Срок службы таких изделий определяется не их физическим износом, а моральным устареванием. Все чаще технически «здоровые» изделия и материалы оказываются на свалке. Но ведь можно их использовать как сырье для новых механизмов, т. е. *рециклировать*. Цикличность материальных потоков — перспективное направление создания промышленных производств с безотходной технологией.

Безотходная технология — это такой способ производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле: сырьевые ресурсы — производство — потребление — вторичные сырьевые ресурсы. Это позволяет сделать минимальным воздействие на окружающую среду и не нарушать ее нормального функционирования.

Большинство современных производств загрязняют окружающую среду выбросами в воздух и в воду своих отходов. Однако эти отходы содержат в себе нужные для хозяйствования вещества: металлы, стекло, бумагу и др. Задача заключается лишь в том, чтобы разработать механизмы выделения этих компонентов из отходов. Наиболее перспективным проектом является создание таких производственных технологий, когда отходы одного процесса используются в качестве сырья для другого. В результате объем твердых, жидких и газообразных отходов, сбросов и выбросов будет минимальным.



Ученые считают, что уже сейчас имеется достаточно технических знаний и оборудования, чтобы повторно использовать $\frac{2}{3}$ образующихся отходов. Главное препятствие на пути к этому – неправильная организация производства, отсутствие у производителей экологических знаний и культуры природопользования, низкие цены на природные ресурсы

и незначительные штрафы с предприятий, загрязняющих окружающую среду.

Из безотходных технологий в нашей стране наиболее широко используются замкнутые системы промышленного водоснабжения. Создаются установки для получения *биогаза* из отходов. (В процессе анаэробного сбраживания остатков сельскохозяйственного производства, избыточной массы активного ила и других органических отходов получается горючий газ.)

Рациональное использование лесов и пахотных земель. Потребительская эксплуатация лесов и пахотных земель ведет человечество к глобальной экологической катастрофе. Примером губительного воздействия человека на лес может служить о. Пасхи, где вырубка деревьев привела к деградации природы, голоду и вымиранию населения.

Сохранить лесные запасы поможет комплекс следующих мер:

- совершенствование и повсеместное использование биохимических технологий ухода за лесом;
- увеличение площади лесов; создание эффективных технологий борьбы с вредителями лесов, пожарами, ураганами и т. д.;
- более полная утилизация порубочных остатков (например, кора деревьев может использоваться для подстилки сельскохозяйственным животным и т. п.);
- создание сортов деревьев более высокого качества (быстрорастущих, с лучшим строением волокна, устойчивых к болезням и вредителям) методами прививок и селекции;
- более широкое использование заменителей древесины (пластмассы и алюминиевая фольга могут применяться для упаковки; стекловолокно, бетон, кирпич, алюминий могут заменить строительные тепло-материалы).

Дальнейшее расширение площадей пахотных земель (на настоящий момент это 35 % территории суши) невозможно без уничтожения лесов. Поэтому человек должен искать способы повышения плодородия почв, находящихся под сельскохозяйственными культурами.

Меры, необходимые для повышения плодородия почв:

- подкормка органическими удобрениями (навозом);

- запахивание зеленой массы растений-сидератов (люпин, вика, люцерна, клевер), обогащающих почву азотом;
- чередование культур, которые способствуют повышению плодородия почвы, — севооборот.



Для борьбы с вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур необходимо применять настои растений, а также золу, известняк, серу и т. п. При таком подходе возможно получать сельскохозяйственную продукцию высокого качества.

Экологизация сельского хозяйства — необходимое условие выживания и здоровья будущих поколений. В последние годы в странах с интенсивным развитием сельского хозяйства (в развитых странах) активно внедряется так называемое альтернативное земледелие. Отличительными чертами альтернативного земледелия являются: усиленное внимание к севообороту, исключение каких-либо синтетических препаратов в качестве удобрений, переход на использование павоза, микроорганизмов, бордоской жидкости, серы, золы, известняка.

Рациональное использование минеральных ресурсов. Как мы знаем, минеральные залежи планеты ограничены и невозобновимы. Последствия истощения запасов ископаемого сырья и связанное с его добычей и переработкой пагубное воздействие на окружающую среду могут быть уменьшены с помощью новых *технологий эффективного и комплексного использования минерального сырья.*

Эти новые технологии ориентированы в первую очередь на резкое сокращение потерь при добыче и переработке минерального сырья. Так, при разработке комплексных руд не только добываются основные компоненты, но попутно извлекаются и сопутствующие полезные вещества. (Например, кобальт, никель, титан, ванадий, фосфор и другие элементы, как правило, сопутствуют железорудной породе.)

Возьмем редкоземельные и рассеянные элементы, без которых сегодня не обходится ни одно производство современной электронной техники. Они не образуют в природе самостоятельных месторождений и могут быть получены лишь при комплексной переработке руд цветных металлов, которая предполагает сбережение энергетических затрат.

Использование попутного нефтяного горючего газа, серы и гелия, содержащихся в природном газе многих месторождений нефти, — это еще один путь эффективного использования минерального сырья.

Сегодня приходит черед использования нового перспективного минерального сырья, практически не применявшегося ранее, например керамиче-



ских материалов (кремния, глинозема и др.). Керамика отличается термо- и коррозионной износостойкостью, оптическими и другими свойствами (оптическое стекловолокно является керамическим материалом). Все шире используют сегодня такое сырье, как полупроводниковые материалы и полимеры.

Рациональное использование водных ресурсов. Наряду с воздухом *вода* является важнейшим звеном, соединяющим живую и неживую природу. Вода пронизывает не только всё вокруг нас, но и нас самих, наше тело, которое на 70 % состоит из воды. Этот один из самых значимых для человека и самой жизни ресурс

природа копила весь период своего существования.

Известно, что пресные воды на планете составляют только 2,5 % биосферы, из них 99 % — в виде снега и льда. За последние 50 лет потребление воды возросло вчетверо. Однако большая часть водных ресурсов тратится попусту: испаряется, теряется из-за утечек и т. д.

Оборотное водоснабжение. Специалисты предсказывают, что в некоторых районах водоносные слои могут быть истощены быстрее, чем запасы ископаемого топлива. Большинство как бедных, так и богатых стран выходит за пределы сбалансированного потребления грунтовых вод. Так, в США, в зоне орошаемого земледелия, запасы выкачиваемой из-под земли воды не успевают восполняться. Из-за откачки воды городские здания в Бангкоке и Мехико оседают в результате образования подземных пустот.

В целях снижения забора свежей воды для нужд промышленных предприятий одну и ту же воду в технологических линиях используют многократно. Так, в США одна и та же вода в производственном процессе перед сбросом в среднем используется девять раз. В Японии доля *оборотного водоснабжения* выросла до 74 %, достаточно высок этот показатель и в России.

Очистка естественных водоемов. Загрязнения вод происходит не только в процессе их технологического использования. Выбросы в окружающую среду газообразных и твердых веществ в меньшей степени загрязняют естественные водные объекты. Поступающие в атмосферу в процессе хозяйственной деятельности выбросы в дальнейшем с осадками выпадают на поверхность суши, проникая в поверхностные и подземные воды. Осаждаясь на поверхности Мирового океана, они способствуют *закислению* вод.

Закисление вод сопровождается увеличением концентрации токсичных металлов в результате перевода их в токсичные соединения. Вследствие этого происходит быстрое разрушение экосистемы, так как фитопланктон и зоопланктон, а также рыбы очень чувствительны к показателю кислот-

ности и к концентрации металлов. Проблемы закисления водоемов особенно актуальны для Скандинавии, Дании, Германии, а также северо-восточной части США и Южной Канады.



Разнообразные химические вещества и масса патогенных микроорганизмов проникает в водоемы со сточными водами городов и агро-промышленных комплексов. Большое количество различных загрязнителей попадает в воды Мирового океана при добыче и перевозке нефти и нефтепродуктов — в результате аварий на нефтяных скважинах и танкерах.

Подсчитано, что в моря и океаны ежегодно попадает от 6 до 10 млн т нефти. Нефтяная пленка, покрывая водную поверхность, задерживает солнечную радиацию, что приводит к химическому отравлению и гибели морских организмов.

Водоем — сложная биосистема разнообразных организмов: бактерий, водорослей, высших водных растений, различных беспозвоночных, рыб и других животных. В природных условиях водоем способен справиться с естественным (фоновым) поступлением в него загрязняющих веществ. В результате процессов «разбавления» — растворения и перемешивания загрязнений — происходит снижение концентрации взвешенных частиц. Отстаивание воды и оседание нерастворимых осадков, окисление в них загрязняющих веществ благоприятствует очистке и отмиранию микроорганизмов-загрязнителей.

Ультрафиолетовые лучи солнца, губительные для ряда микроорганизмов в поверхностном слое воды, также способствуют очищению водоема. Процессу самоочищения водоемов служит жизнедеятельность некоторых бактерий, водорослей, плесневых и дрожжевых грибов, амёб. В морях и океанах в самоочищении воды участвуют также планктонные организмы, мидии, устрицы, гребешки и другие моллюски.

Если загрязнение химическими веществами и патогенными микроорганизмами настолько возрастает, что нарушается саморегуляция водных экосистем, развивается иная микрофлора (прежде всего синезеленые водоросли), способствующая дальнейшей деградации природного биоценоза, происходит «цветение» водоема.

Для профилактики «цветения» водоемов в результате разрушения естественных механизмов самоочищения воды рекомендуется:

- ограничивать на территории водосбора строительство животноводческих комплексов;
- применять падающую агротехнику (в частности, использовать гранулированные удобрения);
- соблюдать сроки внесения удобрений;
- увеличивать глубину заделки удобрений в почву;

- создавать вокруг водоемов водоохранные зоны наземной и подземной растительности (например, тростник подавляет развитие синезеленых водорослей, а кроме того, поглощает из воды различные загрязняющие вещества);
- строить буферные водоемы и водохранилища, не допускающие сточные воды в основной водоем;
- связывать и осажать фосфор в водоемах;
- использовать искусственную аэрацию;
- сбрасывать обогащенный питательными веществами придонный слой воды;
- удалять избыточное органическое вещество; использовать растительноядных рыб (толстолобика, теплолюбивую тиляпию);
- целенаправленно регулировать видовой состав фитопланктона (использовать популяции конкурентов, например отбирать популяции зеленых водорослей, устойчивых к продуктам метаболизма синезеленых водорослей).

Так, для лечения оз. Вашингтон (США) от него отвели стоки города Сиэтл, что обеспечило снижение массы фитопланктона, повышение прозрачности воды, запустило восстановительные процессы. «Цветение» Цюрихского озера в Швейцарии успешно устраняется благодаря использованию технологии, очищающей стоки от соединений фосфора. В Германии применяются установки для аэрации глубинных слоев воды.

Нет необходимости ждать наступления нехватки воды в глобальном масштабе, чтобы понять, что случится, если общество выйдет за допустимые пределы ее потребления. Надо уже сегодня учиться расходовать воду экономно, разумно и уменьшать ее загрязнение.

Ответственность за сохранение гидросферы. Чтобы сохранить гидросферу пригодной для жизнедеятельности животных и человека, необходимо строго соблюдать нормы предельно допустимых концентраций в воде всех видов загрязнителей. Вода не должна содержать возбудителей заболеваний, в противном случае она должна подвергаться очистке и обеззараживанию.

Мероприятия по борьбе с загрязнением водоемов связаны с совершенствованием производственных технологий. Ученые и инженеры работают над тем, чтобы полностью исключить сброс сточных вод в природные водоемы.

Все организации, деятельность которых влияет на водный режим, обязаны:

- проводить на используемых территориях гидромелиоративные, агротехнические и санитарные мероприятия, улучшающие водный режим;
- использовать водные источники, не превышая установленных норм;
- сооружать и использовать очистные устройства искусственной или естественной очистки воды.

Оценка качества пресной воды

Мы пьем воду, поливаем огород, купаемся в реке. Как определить качество этой воды? Не опасно ли ее использовать?

Суть метода. Специалисты исследуют состав воды с помощью приборов и реактивов. Однако можно определить содержание сверхповерховых количеств некоторых вредных веществ, полагаясь на органы чувств.

Ход работы:

1. В три стакана из термостойкого стекла налейте дистиллированную воду, артезианскую и воду из ближайшего водоема. (При отсутствии артезианской воды можно взять пробы из двух разных природных водоемов.)

2. Рассмотрите цвет воды в каждом стакане. Запишите ваши наблюдения в тетрадь.

Органические вещества могут сделать воду мутной и зеленоватой, глинистые придадут ей желтый или коричневый оттенок.

3. Определите запах воды в каждом стакане и сделайте запись в тетрадь. Пробы воды нагрейте до 60°С.

Органические вещества могут сделать воду затхлой, при этом она может пахнуть болотом, землей, рыбой и гнилью. Если вода чистая, то при комнатной температуре и при нагревании до 60°С вы не почувствуете запаха.

Появление запаха будет означать присутствие в воде посторонних загрязняющих веществ. Содержание *иона* более 0,007 мг/кг придает воде запах цветков фиалки, табачный запах возникает при загрязнении воды органическими соединениями типа *циклоцитраля*. Запахи плодов и зеленых яблок возникают при содержании в воде *гексана*ла. Загрязненная *ароматическими соединениями* вода может пахнуть грибами, затхлой рыбой, иметь затхло-плесневый, землистый, сернистый и селедочный запах.

Если вода имеет запах, ее ни в коем случае нельзя использовать! О плохой воде нужно срочно сообщить в санэпидстанцию.

4. Припомните знакомые вам природные водоемы. По внешнему виду воды в водоеме можно определить, годна ли она для жизни рыб. Пригодная для рыбозаведения вода прозрачная, без пленки, с зеленоватым оттенком, запах у нее свежий, речной, посторонние запахи отсутствуют.

Не пригодная для жизни рыб вода выглядит и пахнет иначе. Весной и летом на ее поверхности появляются пятна пены (пена возникает при попадании навозной жижи, сточных вод сахарных заводов, бытовых

стоков, содержащих остатки стиральных порошков), изменяется окраска воды (от коричневой до бурой) и появляется запах. Рыба поднимается, плавает поверху кругами или стремится к берегу, координация ее движений нарушена, широко раскрыты жаберные крышки, можно увидеть и погибшую рыбу. Использовать в пищу и для других личных нужд такую воду нельзя! В замороженной рыбе могут содержаться ядовитые вещества, поэтому употреблять ее в пищу опасно!

5. Выводы о качестве воды в стаканах запишите в тетрадь.

6. Оцените и опишите состояние воды в близлежащем водоеме.



Мониторинг, экологическая экспертиза, утилизация, устойчивое развитие, безотходные технологии, экологизация сельского хозяйства, закисление вод, биоиндикация.



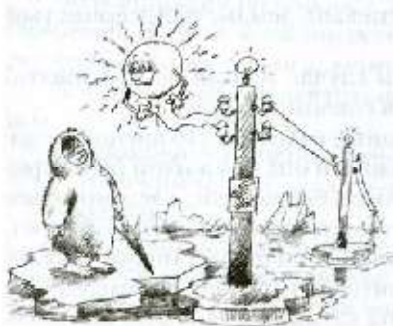
1. Что такое экологический мониторинг?
2. Раскройте понятие «безотходные технологии». Приведите известные вам примеры.
3. Какие способы утилизации мусора вы знаете?
4. Какова роль гидросферы в жизнедеятельности человека?
5. Назовите факторы загрязнения водной среды.
6. В чем заключается опасность загрязнения вод?
7. Назовите основные технологии защиты гидросферы.

Использование альтернативных источников энергии



1. Какой вид энергии станет, по-вашему, энергией будущего?
2. В чем разница между атомной и термоядерной энергетикой?

Альтернативные (нетрадиционные) источники электрической энергии — это источники, использующие энергию Солнца, ветра, энергию приливов-отливов, термоядерного синтеза и энергию тепла Земли.



Солнечная энергия. Полная мощность излучения Солнца выражается астрономической цифрой $4 \cdot 10^{14}$ млрд кВт. На каждый квадратный метр суши приходится в среднем около 0,16 кВт солнечной энергии. Для всей же поверхности Земли количество падающей солнечной энергии составляет 10^6 млрд кВт, что в 20 тыс. раз превышает количество произведенной человеком энергии всех из-

вестных видов. Достаточно сказать, что все энергетические потребности стран СНГ соответствуют солнечной энергии, падающей в пустыне Каракумы на квадрат с длиной стороны 67 км. Таких «квадратов» только в этой пустыне несколько сотен.

Весь вопрос в том, как преобразовать энергию падающего излучения Солнца в доступную для практического использования электрическую энергию. Успехи здесь уже есть. В настоящее время энергия солнечного излучения может широко использоваться для получения в основном низкопотенциальной тепловой энергии (до 100°C) для нужд коммунального и сельского хозяйства и частично промышленности. Это различного рода водо- и воздушонагреватели, теплицы, сушилки, опреснители воды и т. д.

Иначе обстоит дело с использованием энергии Солнца для прямого или косвенного получения электроэнергии.

Создание *солнечных электростанций (СЭС)* с получением водяного пара за счет нагревания парового котла оказалось экономически нерентабельным, так как затраты на получение электроэнергии на СЭС примерно в 70 раз превышают затраты ТЭС, работающей на угле. Имеются проекты создания крупных СЭС мощностью 200–300 МВт. Однако, несмотря на все усовершенствования, расчетные затраты на этих станциях во много раз превышают затраты на ТЭС традиционного типа.

До недавнего времени считалось, что при использовании энергии солнечного излучения будущее за *электростанциями на полупроводниковых фотоэлектрических преобразователях (ФЭП)*. Стоимость существующих установок с ФЭП мощностью до десятков киловатт намного выше паровых СЭС, не говоря уже о традиционных источниках энергии. Пока что область применения ФЭП — малые автономные установки, используемые в местах, куда сложно доставить топливо, а также в космических аппаратах.

Энергия ветра. Около 20% поступающего на Землю солнечного излучения превращается в энергию ветра, которую можно использовать практически во всех районах земного шара. Запасы ветровой энергии составляют 170 трлн кВт · ч в год. Эту энергию можно получить, не загрязняя окружающую среду. Использование ветра для создания *ветровых электрических станций (ВЭС)* затрудняется его непостоянством и рассеянностью в пространстве. За рубежом выпускаются промышленные ветроустановки мощностью 100 кВт. В настоящее время в мире насчитывается порядка 30 тыс. ветровых установок. Германия получает от ветра 10 % своей энергии. В Дании действует 2400 ВЭС суммарной мощностью 253 МВт. Всего в Западной Европе ветровая энергия дает 2500 МВт электроэнергии. В США к концу 1989 г. насчитывалось 14 тыс. ВЭС общей мощностью 1,4 млн кВт.

Несмотря на то что для больших масштабов производства энергии на мощных ветрогенераторах требуются значительные территории и, кроме

<http://kurokam.ru>

того, ВЭС становятся причиной радиопомех, сильного шума и вибраций, интерес к ВЭС во всем мире неуклонно возрастает.

Энергия приливов. Приливы-отливы наблюдаются в океанах и морях дважды в сутки, причем характер прилива зависит от географической широты местности, глубины моря и крутизны береговой линии. Величина перепада высот при приливе часто превышает 10 м.

Первая приливная электростанция (ПЭС) мощностью 240 МВт была построена во Франции в 1967 г., в месте впадения реки Роны в Ла-Манш. Устье реки было перегорожено дамбой длиной 700 м, в теле дамбы установлены «обратимые» гидроагрегаты, вращающиеся в одну сторону при приливе и в обратную — при отливе.

Стоимость сооружения ПЭС на Роне в 2,5 раза превысила стоимость обычной речной ГЭС такой же мощности. Вблизи Мурманска в 1986 г. построена опытно-промышленная ПЭС мощностью 800 кВт.

В Великобритании обсуждается проект сооружения ПЭС в открытом море. Выявлены участки мелководного моря со стабильным приливом высотой 6 м, на которых планируется строительство невысоких дамб в 10 км от берега. В этих дамбах будут установлены шлюзы и обратимые гидроагрегаты, способные использовать до 45 % энергии приливов и отливов. По расчетам, на восьми таких участках можно получать 25 % электроэнергии, требуемой стране. При этом отпадает необходимость в сооружении громоздких судоходных шлюзов и затоплении приморских равнин. На вынесенных в море дамбах можно дополнительно построить и ветровые электростанции. Стоимость производимой на такой ПЭС энергии сравнима со стоимостью, получаемой на АЭС.

Геотермальная энергия — это энергия, содержащаяся в подземной горячей воде и водяном паре. Запасы термальных вод на территории бывшего СССР оценивались примерно в 200 млн т условного топлива в год. В настоящее время ежегодно добывается 60 млн м³ термальной воды, что эквивалентно 500 тыс. т условного топлива.

На юге Камчатки, в долине р. Паужетки в 1966 году пущена первая в стране *геотермальная тепловая электростанция (ГеоТЭС)* мощностью 11 МВт. В отдаленных районах себестоимость электроэнергии на ГеоТЭС в несколько раз ниже, чем на дизельных электростанциях с привозным топливом. ГеоТЭС построены также в Италии, Новой Зеландии, США (Калифорния), Исландии.

В общей сложности сегодня ГеоТЭС вырабатывают около 0,1% суммарной мощности электростанций мира. В будущем этот вклад может быть более высоким, поскольку запасы геотермальных ресурсов очень велики.

Термоядерная энергетика. Большие надежды возлагаются на управляемую *термоядерную реакцию* синтеза ядер гелия и изотопов водорода (D — дейтерия и T — трития). Для реакции синтеза необходима огромная тем-

пература — порядка сотни миллионов градусов. В результате реакции термоядерного синтеза выделяется колоссальное количество энергии: 5 МэВ (на нуклон¹) при реакции одного атома дейтерия и 19,7 МэВ при реакции атома трития. Для сравнения: при делении одного атома урана выделяется всего 1 МэВ энергии на нуклон.

Наиболее заманчиво осуществить ядерный синтез дейтерия, содержащегося в обычной воде в количестве 1/6300 от массы воды. Подсчитано, что 1 л воды по теплотворной способности эквивалентен 3 л бензина, а 1 г дейтерия выделяет в термоядерной реакции теплоту, эквивалентную сжиганию 10 т угля. Энергия, соответствующая энергии ежегодно добываемых в мире горючих ископаемых, содержится всего в одном кубе воды со стороной 160 м!

Другие нетрадиционные источники энергии. В поисках альтернативных экологически чистых источников электроэнергии ведутся исследования энергии волн и течений. *Волновые электростанции* могут быть построены как на берегу, так и непосредственно в море. Трудности в эксплуатации волновых станций связаны с непостоянством размеров и скорости движения волн, а также с обеспечением устойчивой эксплуатации в условиях штормовой погоды.

Из других нетрадиционных источников энергии в последнее время все большее внимание уделяется так называемым *биогазовым установкам*. Небольшие установки (объемом от 1 м³ до 500 м³) используются на фермах, более крупные — на сахарных, спиртовых и других заводах, а также на свалках бытовых и промышленных отходов. Конструкции установок одинакового объема могут сильно отличаться в зависимости от вида сырья, занимаемой площади, необходимой степени очистки газа. Такие установки успешно эксплуатируются в США, во многих странах Западной Европы и других континентов. Так, в Индии в 1985 году их насчитывалось более 400 тыс., в Китае в 1986 году эксплуатировалось 25 млн печей и водонагревателей на биогазе.

И все же рассчитывать всерьез на то, что нетрадиционные источники энергии могут в скором времени заменить ныне действующие, не приходится. По прогнозам специалистов, переход на альтернативные источники энергии произойдет не ранее чем через 30–50 лет. А пока задача заключается в том, чтобы максимально снизить ущерб окружающей среде при использовании традиционных способов получения электроэнергии.

Практическая работа

Оценка уровня радиации

Теоретический аспект. После открытия в начале XX века радиоактивности человечество шагнуло далеко вперед по пу-

¹ *Нуклон* — общее название протона и нейтрона.

ти изучения данного явления. К сожалению, вначале это открытие коснулось только создания ядерного оружия огромной разрушительной силы и лишь позже – использования этой силы в мирных целях. Стали создаваться атомные электростанции, двигатели на ядерном топливе, приборы с радионуклидами для проверки качества сварных швов в магистральных нефте- и газопроводах, аппаратура для медицинской диагностики, лечения некоторых онкологических заболеваний и т. д.

Однако после аварий на АЭС, на атомных подводных лодках и в научных центрах люди стали понимать, перед лицом какой грозной опасности они находятся. Этот враг невидим, но разрушает все живое с неумолимой силой. Имя его – радиация.

Суть метода. Создан ряд дозиметрических и радиометрических приборов, с помощью которых можно достаточно быстро определить, в опасной зоне находится человек или нет, загрязнены ли продукты радионуклидами.

Принцип работы этих приборов основан на том, что чувствительные элементы улавливают радиоактивное излучение и на световом индикаторе показывают его величину.

Ход работы

(под руководством учителя):

1. Воспользуйтесь имеющимся в школьном кабинете физики прибором для измерения радиации (рис. 10). Тщательно изучите инструкцию по его использованию.

2. Измерьте уровни радиации в классе, в коридоре, на школьном дворе.

3. Сравните полученные показания с естественным фоном радиации – 40–20 мР/ч (миллирентген

в час) и сделайте заключение о радиоактивной обстановке в вашей школе и местности, где вы проживаете.

4. Выводы запишите в тетрадь.



Рис. 10. Дозиметрический прибор



СЭС, геотермальная энергия, термоядерная реакция, энергия волн и течений, нетрадиционные источники энергии, биогазовые установки.



1. Какие альтернативные источники энергии вы знаете?
2. Назовите достоинства и недостатки альтернативных способов получения энергии.
3. В чем преимущества термоядерной энергетики? Каковы ее перспективы?

Экологическое сознание и экологическая мораль в техногенном мире



Как вы понимаете идею академика В.И. Вернадского о том, что Земля — это живой организм?

Экологически устойчивое развитие человечества. Устойчивое развитие — это улучшение жизни людей в условиях *устойчивой биосферы*, т. е. в условиях, когда хозяйственная деятельность не влечет за собой необратимых последствий. Состояние устойчивой биосферы подразумевает сохранность такого объема естественной среды, который способен обеспечивать ее самовосстановление с учетом издержек хозяйственной деятельности человека.

Если бы человечество вернулось в пределы допустимой хозяйственной емкости биосферы, то экологические проблемы исчезли бы автоматически, прекратились бы антропогенные изменения окружающей среды. Человеку необходимо принять стратегию сохранения и наращивания нетронутой части природы.

Для стабилизации окружающей среды необходимо сократить площадь нарушенных человеком земель с 61 % в настоящее время до 20 %. Таким образом, человек должен сократить площадь, освоенную хозяйственной деятельностью на суше, до 30 млн км².

Параллельно усилиям по сокращению площадей нарушенных хозяйственной деятельностью земель следует прилагать усилия по стабилизации численности населения и постепенному сокращению энергетической мощности хозяйственной деятельности за счет энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий.

История биосферы показывает, что почти 4 млрд лет она преодолевала все потрясения: гасила последствия мощнейших вулканических извержений и падений крупных небесных тел, переходила на новые уровни устойчивости при оледеневшей или безледной Земле, а также при объединении и распаде материков, всегда стабилизируя окружающую среду и удерживая ее в диапазоне, приемлемом для жизни.

Возможно, что в прошлом в биосфере Земли возникали биологические виды-разрушители. Но природа отторгала их, и исчезнувший вид, как показывает палеонтология, уже никогда не появлялся вновь.

Нет никаких оснований полагать, что законы существования и развития биосферы отменены для человека. Поэтому если «человек разумный» и дальше будет руководствоваться мифами и иллюзиями о





своей главенствующей роли в природе и не предпримет мер для своего спасения в условиях приближаемой его усилиями экологической катастрофы, то природа найдет способ избавиться и от этого вида-разрушителя. Подобной перспективы можно избежать, если встать на путь разумных, сбалансированных действий в рамках биосферной концепции развития, которая основана на законах физики, химии и биологии.

Перефразируя слова профессора Преображенского из повести М. Булгакова «Собачье сердце», можно сказать: «Разруха не в окружающем мире, разруха в головах!» Если 20–30 лет назад экологические проблемы обсуждали только специалисты, то сейчас о том, что такое «экология», знают даже дети. Человек должен уйти от своего эгоцентрического отношения к окружающей среде.

Сегодня всё активнее формируется неэгоцентрическое мировоззрение, проявляющееся в *экологическом сознании и экологической морали* (системе представлений о мире и отношения к природе), для которых характерны:

- ориентированность на экологическую целесообразность, отсутствие противопоставления человека и природы;
- восприятие природных объектов как полноправных партнеров в общей жизнедеятельности;
- стремление к балансу во взаимодействии человека с окружающей средой;
- способность ограничивать свои потребительские аппетиты при использовании «даров» природы и забота о сохранении жизни на планете Земля.

В июле 1992 года в Рио-де-Жанейро (Бразилия) правительства многих стран подписали очень важный международный документ — «Повестку дня на XXI век». Вот выдержка из него:

«1. Люди имеют право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой.

2. Экологические вопросы решаются наиболее эффективным образом при участии всех заинтересованных граждан. Государства развивают и поощряют информированность и участие населения путем предоставления широкого доступа к экологической информации.

3. Тот, кто загрязняет окружающую среду, должен нести финансовую ответственность за загрязнение.

4. Мир, развитие и охрана окружающей среды взаимосвязаны и неразделимы.

5. Необходимо поощрять эффективное производство и уменьшать расточительное потребление, шире внедрять энерго- и сырьесберегающие технологии».

По мнению специалистов, наибольшую тревогу за судьбу человечества вызывают:

- усиление парникового эффекта;
- разрушение озонового слоя;
- загрязнение воздуха;
- накопление в почве ядовитых веществ;
- кислотные дожди;
- сокращение числа диких видов животных;
- загрязнение грунтовых вод;
- мусор.

Экономия ресурсов и энергии. Каждый человек прежде всего должен осознать: необходимо экономить энергию и воду.

Экономия энергии позволит:

- уменьшить выделение углекислого газа в атмосферу (для ослабления парникового эффекта);
- экономить топливо;
- сократить число электростанций (для снижения опасности кислотных дождей и загрязнения воздуха);
- благодаря меньшей добыче полезных ископаемых сохранить дикую природу.

Экономия воды позволяет тратить меньше энергии на накачивание и нагревание воды. Американцы, начав кампанию по экономии воды с 1973 года, в 1987 году использовали энергии на 44 % меньше, чем предполагалось при старых темпах потребления, но не отказались при этом ни от кондиционеров, ни от автомобилей, ни от телевидения.

Природа — источник красоты и основа жизни людей. Беречь землю, воду, воздух — священная обязанность каждого человека. Создавая новый двигатель для автомобиля, самолета, корабля, конструктор обязан подумать и о чистоте воздуха. Технолог, разрабатывая поточную линию, должен точно представить, куда пойдут отходы, — не загрязнят ли они воду. Агроном должен очень осторожно применять ядохимикаты и, помимо о живой природе, стараться использовать возможности альтернативного земледелия.

Природа едина, в ней все взаимосвязано. Мир зеленых растений, взятый в целом, — это и «легкие» нашей планеты, и вечно работающая огромная «фабрика» по производству пищи для многочисленных обитателей Земли. Но огромной ценностью обладает и каждый представитель зеленого царства. Следует быть крайне осмотрительными в оценках последствий любого вмешательства в жизнь природы, потому что оно может привести к нарушению ее неаримых взаимосвязей.

И все-таки необходимость активной охраны природы обусловлена не только ее осязаемой полезностью. Природа имеет для человека и другое, не менее важное значение: она облагораживает его, воспитывает в нем добрые чувства, высокие моральные качества, в том числе и сердечную любовь к родине. Глубоко прав был один из самых лиричных певцов нашей природы – писатель К.Г. Паустовский, утверждая, что «надо охранять природу во всех ее видах. Охранять саму землю, почву, растительность, воды и воздух. Охранять прекрасный русский пейзаж – тот пейзаж, что сыграл и играет огромную роль в формировании характера русского народа».

А вот что говорил об этом другой выдающийся писатель – философ природы М.М. Пришвин: «Для рыбы нужна чистая вода – будем охранять наши водосмы. В лесах, степях, горах разные ценные животные – будем охранять наши леса, степь, горы... А человеку нужна родина. И охранять природу – значит охранять родину».

Практическая работа

Уборка мусора около школы или в лесу

Теоретический аспект. Мусор не только опасен с экологической точки зрения, но и неэстетичен, он вызывает неприятные ощущения. Замусоренные территории ухудшают восприятие природы, памятников архитектуры и культуры. Есть глубокий смысл в том, что с давних времен во всех странах в почете были люди аккуратные, хозяйственные, рачительные. Чистота на рабочем месте, дома, в школе и вокруг вас является показателем вашей культуры. Старайтесь сделать лучше и красивее все, что окружает вас. Вовлекайте в заботу о чистоте друзей, соседей и родственников. Самую большую ошибку совершает тот, кто не делает ничего, считая, что может сделать слишком мало.

В США каждый год 23 сентября на 3 часа все население выходит на уборку территории, пляжей, собирая при этом огромное количество отходов. В нашей стране также проводятся субботники и воскресники по уборке территории.

Ход работы:

1. Уберите мусор возле школы, в парке или в лесу.
2. Разделите мусор на компоненты: металл, растительные остатки, бумагу, пластмассу.
3. Металл и бумагу можно сдать в пункты приема утильсырья, а остальные отходы надо вывезти на свалку.



Устойчивое развитие, неэгоцентрическое экологическое сознание, экологическая мораль.



1. В чем суть экологического сознания?
2. Для чего необходимо экономить ресурсы и энергию?
3. Объясните необходимость ограничения потребностей человека.
4. Раскройте значение природы в жизни и деятельности человеческого сообщества.

§4 Перспективные направления развития современных технологий

От резца до лазера



Есть необходимость получения вырубкой из листа заготовок сложной формы (например, в виде кисти человеческой руки). Поставляемые листы могут иметь различные ширину и длину. Возникает задача: разместить «кисти» так, чтобы отходы были минимальными. При этом может быть несколько решений:

- *принять стандартную ширину листов при их поставке, что неизбежно приведет к росту массы отходов;*
- *заказать листы необходимой разной ширины, что затрудняет снабжение и увеличивает стоимость поставки;*
- *пойти на использование специальных раскройных линий, позволяющих получать оптимальные для вырубки заготовки, но понадобятся дополнительные затраты.*

Какое решение выберете вы?

Много тысяч лет назад наши предки владели примитивными технологиями обработки материалов. Доступные им материалы не имели требуемой прочности при малом весе (древесина) или достаточной твердости — без хрупкости (камень), не обладали достаточной обрабатываемостью при минимальных трудозатратах. Однако потребности людей в выживании или в улучшении условий жизни заставляли искать новые и новые материалы и технологии их обработки.

За всю историю цивилизации человечество «придумало» всего шесть видов технологических процессов обработки материалов. Вот они:

1. *Удаление части от целого* — точение, фрезерование, сверление, строгание, шлифование, пиление, разрезание, травление.

2. *Заполнение формы* — литье (когда окончательная форма определяется стенками сосуда, в который заливают расплав или раствор металла, стекла, пластмассы, конфетной массы, бетона и др.).

3. *Перемещение объемов заготовки* — прокатка, прессование, волочение, ковка и штамповка, плетение, лепка (когда желаемая конфигурация из-

детали получается заполнением формообразующей полости штампа под давлением инструментов или человеческих рук).

4. *Присоединение частей* — сваривание, склеивание, клепка, пайка, сборка.

5. *Изменение состояния* — термическая обработка (закалка, отжиг, отпуск), полимеризация, обжиг, варка, жарение;

6. *Присоединение на микроуровне* — химико-термическая обработка покрытия, компактирование металлопорошков, окрашивание, выращивание кристаллов.

Это ограниченное число видов обработки материалов претерпело неограниченное количество трансформаций. Например, обработка резанием прошла путь от пожа до лазера. Сегодня во многих цехах машиностроительных заводов рядом с обычными токарными, сверлильными или фрезерными станками уже появились установки, на которых вместо привычных инструментов металлы обрабатывают струи газа и плазмы, электрические разряды и лазерный луч. Роль режущего инструмента здесь успешно играют атомы, электроны, ионы и молекулы.

Чтобы лучше понять, в каком направлении развиваются технологии, какие проблемы стоят перед разработчиками, рассмотрим это на примере машиностроительных технологий.

В современных промышленных изделиях широко используются детали, которые довольно сложно или невозможно получить традиционными процессами обработки материалов резанием. Во-первых, это детали, изготовленные из конструкционных материалов с высокими твердостью и прочностью; во-вторых, детали со сложными отверстиями и наружными поверхностями.

Все это заставляет искать новые методы металлообработки, основанные на других физических и химических явлениях, требующих значительных научных изысканий и даже открытий — в таких случаях говорят о *наукоемких технологиях*.

Современные электротехнологии

Электротехнологии — это группа различных технологических процессов, объединенных тем, что все они используют для воздействия на заготовку электрический ток. Электротехнологии — одно из ведущих направлений современных технологий. Внедрение электротехнологических методов обеспечивает значительное повышение производительности труда практически во всех отраслях производства, способствует улучшению качества продукции, позволяет получать новые материалы и продукты с заданными свойствами, экономить материальные и трудовые ресурсы, снижать вредное воздействие производства на окружающую среду.

Возникновение электротехнологии неразрывно связано с первыми открытиями в области электричества. В 1802 году русский ученый академик

В.В. Петров построил уникальную батарею высокого напряжения из 2100 медно-цинковых элементов. Исследуя эту батарею, он открыл явление электрической дуги и обосновал возможность ее применения для плавки металлов, электроосвещения и восстановления металлов из окислов.

В 1807 году англичанин Х. Дэви разработал электролитический способ получения щелочных металлов (калия, натрия, магния, кальция и др.) в чистом виде.

В 1838 году русский ученый академик Б.С. Якоби открыл явление *гальванопластики* – электрохимического осаждения металлов на поверхности металлических и неметаллических изделий. Это позволило с помощью электролиза получать точные копии поверхности предметов. Гальванопластика сразу же нашла применение в полиграфии и медальерном деле. Б.С. Якоби принадлежит также приоритет в разработке метода нанесения металлических покрытий на предметы – *гальваностегия*.

После создания в 70–80-х годах XIX века экономичных генераторов постоянного тока и разработки в 1889 году русским инженером-электротехником М.О. Доливо-Добровольским синхронных генераторов трехфазного тока начинают быстро развиваться такие энергоемкие электротехнологические процессы, как производство алюминия, осваиваются методы получения карборунда (абразивного материала, применяемого для шлифовки) и карбида кальция для химической промышленности. Электротехнологические методы начинают применяться для выплавки высококачественных сталей.

Как видим, большой вклад в развитие электротехнологии внесли русские и советские ученые. Среди них следует отметить В.П. Ижевского, создавшего «русскую электрическую печь» для плавки цветных металлов, В.П. Вологодина – разработчика технологии индукционной плавки металлов и индукционной поверхностной закалки и др.

Электротехнологии постоянно развиваются, совершенствуются и широко внедряются во все отрасли производства, сельское хозяйство, быт, медицину. Рассмотрим примеры различных электротехнических процессов, широко применяемых в промышленности и быту.

Электронно-ионная, или аэрозольная, технология основана на воздействии электрических полей на заряженные частицы материалов, взвешенных в газообразной или жидкой среде. В электростатических установках электрическое поле электродов воздействует на макрочастицы обрабатываемого вещества, определенным образом упорядочивая их движение.

В бытовых устройствах на этой технологии основано действие разнообразных фильтров, очищающих воздух от табачного дыма или пыли. Заряженные частицы пыли оседают в фильтрах на специальных пластинах, которые периодически очищаются или промываются. На многих производствах электростатические установки используются для окрашивания сложных деталей, например кузовов автомобилей. В этом случае заряжают

капельки краски, и они притягиваются к металлическому корпусу, на который подается соответствующий электрический потенциал. Под воздействием электрического поля капельки краски равномерно покрывают даже самые сложноизогнутые поверхности.

Методы магнитной очистки нашли широкое применение на тепловых электростанциях, где с их помощью очищают смазочно-охлаждающие жидкости.

Установки для магнитной обработки воды способствуют снижению количества накипи на стенках теплообменных аппаратов. С их помощью изменяются физические свойства воды: натяжение, вязкость, плотность, электропроводность. В результате магнитной обработки находящиеся в воде соли кальция и магния утрачивают прочность своей кристаллической структуры, легко отделяются от стенок сосудов и труб и выносятся потоком воды в виде взвешенных частиц — шлама.

Весьма прогрессивной технологией обработки металлических деталей является **метод магнитоимпульсной обработки** короткими импульсами сильного магнитного поля. Магнитоимпульсные установки применяются для штамповки, обжима и раздачи труб, пробивки отверстий в заготовках из токопроводящих материалов. Принцип их работы основан на взаимодействии мощных импульсов магнитных полей и возникающих в заготовках вихревых токов.

Метод прямого нагрева проводящих материалов электрическим током используется в настоящее время не только для выплавки металлов, в стекловарении, но и в пищевой промышленности, например для размораживания продукции на рыбоперерабатывающих предприятиях или для обработки плодов при промышленном консервировании.

В пекарнях при выпечке так называемым электроконтактным способом получают хлеб высокого качества, с гладкой необжаренной поверхностью, без надрывов, трещин и морщин, с эластичным мякишем (в дальнейшем он используется для приготовления сухарей и бисквитов). Время выпечки сокращается в несколько раз: при напряжении питания 127 В составляет 10 мин. Удельный расход электроэнергии при этом в 2,0–2,5 раза ниже, чем при традиционном способе выпечки.

Электрическая сварка — технологический процесс получения неразъемных соединений деталей в результате их электрического нагрева до плавления или пластического состояния. Наиболее широкое применение в промышленности и строительстве нашли такие способы электрической сварки, как дуговая и контактная сварка.

Начало промышленного использования **дуговой сварки** следует связать с изобретениями русских инженеров Н.Н. Бенардоса и Н.Г. Славянова, которые в 1881 и 1888 годах, соответственно, использовали для сварки электрическую дугу, горящую между электродом и металлическим изделием.

Н.Н. Бенардос использовал угольный (неплавящийся) электрод, а Н.Г. Славянов — металлический (плавящийся).

Дуговая сварка относится к сварке плавлением, так как детали свариваются за счет расплавления материала соединяемых кромок и последующего его отверждения. Теплоту, необходимую для расплавления металла, выделяет электрическая дуга, горящая между заготовками и электродом (рис. 11, а). Помимо детали при дуговой сварке расплавляется или электрод (если он плавящийся), или присадочный пруток (если электрод неплавящийся). При движении электрода вдоль соединяемых кромок вместе с ним смещается и электрическая дуга. По мере удаления дуги жидкий металл кристаллизуется и образуется сварной шов.

Контактная сварка является разновидностью сварки давлением. Она осуществляется с применением давления и нагрева места сварки проходящим через заготовки электрическим током. Тепловая энергия при контактной сварке концентрируется непосредственно в местах соприкосновения элементов.

Сущность контактной сварки рассмотрим на примере контактной точечной сварки (рис. 11, б). Точечную сварку применяют преимущественно при соединении листовых заготовок. Свариваемые детали собирают внахлест, сжимают между двумя медными электродами и пропускают электрический ток, который вызывает интенсивный разогрев материала заготовок между электродами. Наибольшее количество теплоты выделяется в месте максимального электрического сопротивления — между поверхностями свариваемых листов. В этом месте металл расплавляется и образуется жидкое ядро.

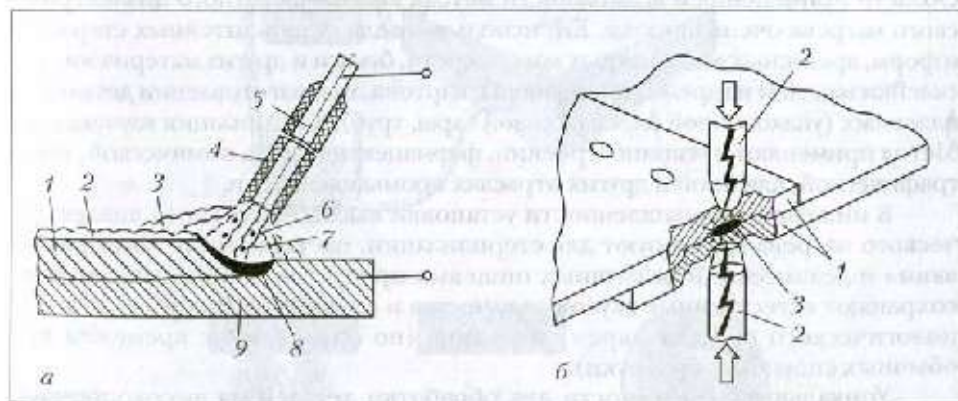


Рис. 11. Виды электросварки: а — сварка плавящим (металлическим) электродом: 1 — сварной шов; 2 — шлаковая корка; 3 — защитная газовая атмосфера; 4 — электродное покрытие; 5 — электрод; б — электрическая дуга; 7 — капли электродного металла; 8 — сварочная ванна; 9 — заготовка; б — контактная точечная сварка: 1 — заготовки; 2 — электроды; 3 — сварная точка

После выключения электрического тока расплавленный металл кристаллизуется при сохраняющемся давлении электродов, что улучшает качество образующейся сварной точки.

Нагрев токопроводящего материала может осуществляться и без протекания через него тока — с помощью установок **индукционного нагрева**, в которых электрическая энергия сначала преобразуется в энергию электромагнитного поля, а затем передается нагреваемому телу, выделяясь в нем в виде теплоты. При этом для передачи энергии не требуются контактные устройства, что значительно упрощает конструкцию нагревателей и позволяет автоматизировать технологический процесс. Как правило, при индукционном нагреве повышается производительность, улучшаются качество изделий и санитарно-гигиенические условия производства.

В быту сегодня применяются электроплиты с индукционными конфорками. В таких плитах нагревается металлическая посуда, а сами конфорки остаются холодными.

Установки *промышленной частоты* применяются для сквозного нагрева деталей при прокатке, ковке, штамповке, прессовке, найке, для нагрева при отжиге или отпуске деталей в индукционных печах, а также для нагрева деталей под горячую посадку.

Для нагрева неметаллических материалов используют установки высокочастотного **диэлектрического нагрева**. Если диэлектрик поместить между металлическими обкладками и приложить к ним переменное напряжение, то вследствие процессов смещения молекул вещества он начинает нагреваться. Области применения и возможности метода высокочастотного диэлектрического нагрева очень широки. Его используют для сушки литейных стержней и форм, древесных волокнистых масс, шерсти, бумаги и других материалов, для склейки изделий из древесины, фанеры, картона, при изготовлении деталей из пластмасс (упаковочной пластмассовой тары, труб), вулканизации каучука и др. Метод применяют в машиностроении, фармацевтической, химической, полиграфической, швейной и других отраслях промышленности.

В пищевой промышленности установки высокочастотного диэлектрического нагрева используют для стерилизации, пастеризации, консервирования и дезинсекции различных пищевых продуктов. При этом продукты сохраняют естественные вкусовые качества и витамины. Требуемое для технологического процесса время невелико (по сравнению с временем при обычных способах обработки).

Уникальные возможности для обработки деталей из высокопрочных сплавов открывает метод **электроискровой (электроэрозионной) обработки**, разработанный советскими учеными Б.Р. Лазаренко и Н.И. Лазаренко в годы Великой Отечественной войны. Электроэрозионная обработка позволяет инженерам решать непростые технологические задачи при изготовлении деталей сложной конфигурации из труднообрабатываемых материалов.

Супруги Лазаренко предложили использовать для технологических целей явление разрушения — *эрозии* электрических контактов радиоаппаратуры под воздействием электрических импульсов. Они показали, что при определенных условиях процесс электрической эрозии управляем и может вызывать преимущественное разрушение одного из электродов.

Для выполнения электроэрозионной обработки необходимо подключить специальный генератор электрических импульсов к электроду, выполняющему функции инструмента (электрод-инструмент), и к электроду-детали и разместить их в жидком диэлектрике (воде, керосине, масле). Генератор импульсов подает на электроды электрические импульсы длительностью 0,5...200 мкс (микросекунд) заданного вида и мощности. При сближении электродов происходит пробой диэлектрика в межэлектродном промежутке и возникает электрический разряд в виде узкого проводящего канала с температурой в несколько тысяч градусов (рис. 12). У основания этого канала на поверхности электродов наблюдается разрушение — материал плавится или испаряется. В зоне разряда образуется газовый пузырь из паров металла и рабочей жидкости. Под действием паров и динамических сил капля металла вы-

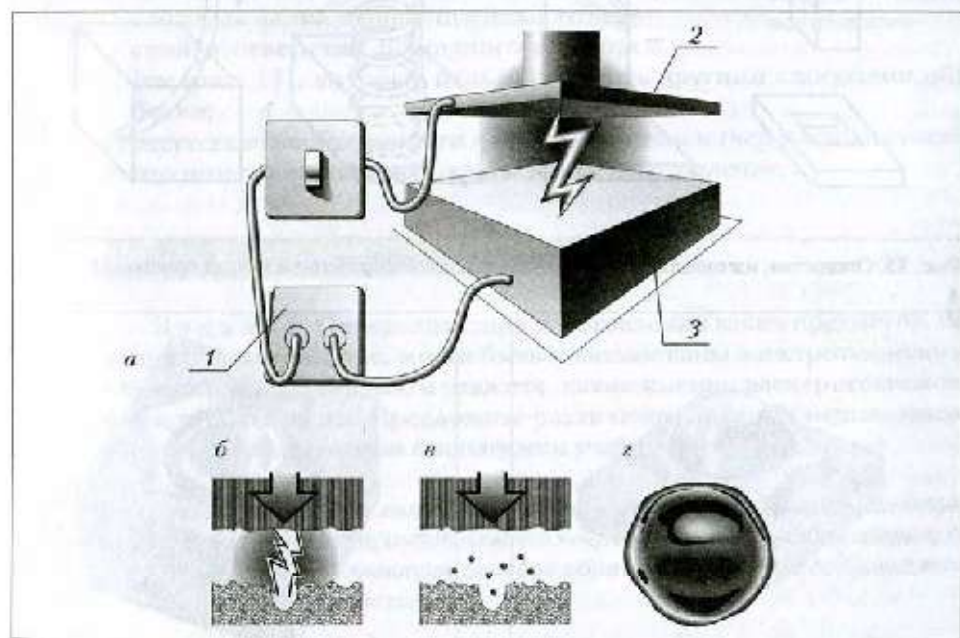


Рис. 12. Электроэрозия: *а-в* — схема процесса электроэрозии; *1* — генератор импульсов; *2* — электрод-инструмент; *3* — деталь; *z* — лунка, возникшая на поверхности от единичного электрического импульса

брасывается и застывает в рабочей жидкости в виде шарика. После отрыва расплавленной капли на поверхности заготовки остается чашеобразное углубление (лунка).

При медленном сближении электрода-инструмента и заготовки разрушение ее поверхности будет происходить непрерывно и на заготовке будет образовываться поверхность, совпадающая с поверхностью электрода-инструмента. На этом эффекте основаны методы *электроэрозионной прошивки* и *копирования*.

При прошивке форма электрода-инструмента в поперечном сечении совпадает с формой получаемого отверстия (рис. 13). При копировании на деталь переносится форма нижней поверхности электрода-инструмента (рис. 14).

Кроме электроэрозионной прошивки широко распространение получил такой метод электроэрозионной обработки, как *вырезка прово-*

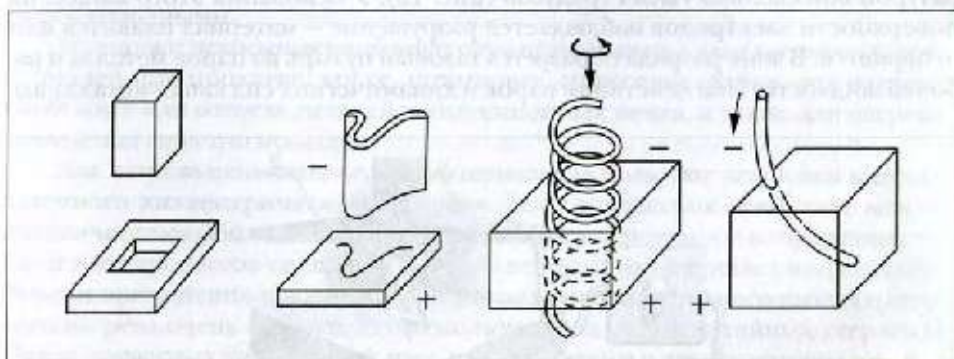


Рис. 13. Отверстия, изготавливаемые электроэрозионной обработкой (метод прошивки)

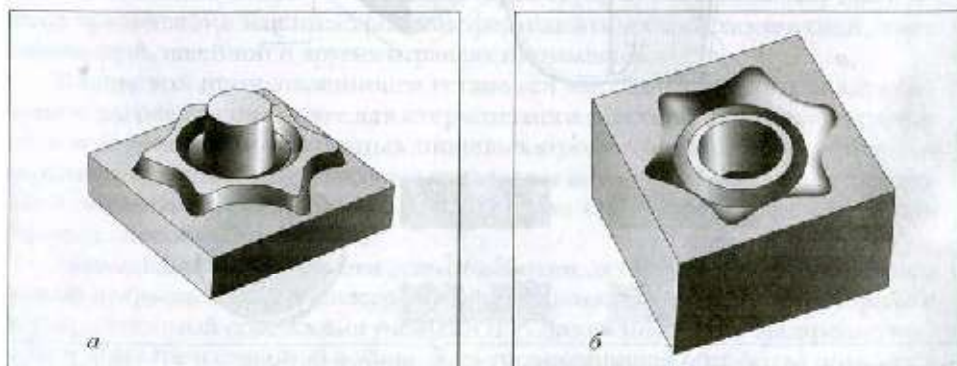


Рис. 14. Электрод-инструмент (а) и полученная методом электроэрозионного копирования деталь (б)

локой. В этом случае электродом-инструментом является движущаяся тонкая латунная проволока. Современные электроэрозионные станки, оснащенные системами числового программного управления, позволяют производить вырезку отверстий переменного сечения криволинейных назов с точностью до микрометра. Интересно, что тонкой мягкой проволокой в электроэрозионной установке можно разрезать толстый лист танковой брони (рис. 15).

К достоинствам электроэрозионной обработки относятся:

- возможность обрабатывать токопроводящие материалы любой механической прочности, твердости, вязкости, хрупкости — из твердых сплавов, закаленных сталей, абразивных материалов, камня;
- возможность изготовления деталей сложных форм, криволинейных отверстий и отверстий некруглого сечения (см. рис. 13), которые нельзя получить другими способами обработки;
- отсутствие необходимости в высокопрочном и твердом инструменте, что позволяет снизить затраты на его изготовление.

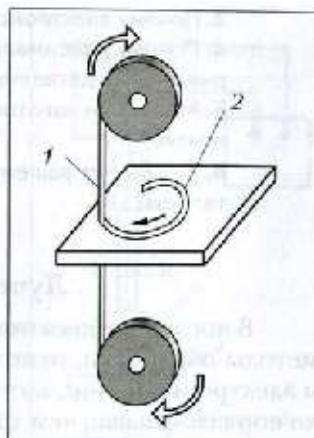


Рис. 15. Электроэрозионная вырезка проволокой: 1 — латунная проволока, 2 — вырезанное отверстие

Практическая работа

З а д а н и е. Определите, при изготовлении каких предметов, имеющих в вашем доме, могли быть использованы электротехнологии. Обоснуйте ваше мнение и укажите, какие именно электротехнологии были использованы. Предложите различные варианты использования электротехнологий при выполнении учебных проектов.



Гальванопластика, гальваностегия, электронно-ионная технология, магнитная очистка, индукционный нагрев, электродуговая сварка, контактная сварка, электроискровая обработка токопроводящих материалов (электроэрозия).



1. В каких электротехнологиях используется электрическая дуга?
2. Какие электротехнологии могут быть использованы для ускорения протекания различных технологических процессов?

3. Почему электроискровую обработку материалов ведут в жидкой среде?
4. Почему максимальное количество теплоты выделяется в стыке между свариваемыми деталями, а не внутри листа?
5. Можно ли изготовить методом электроэрозии отверстие в керамической плитке?
6. Когда, по вашему мнению, алюминий перестал быть драгоценным металлом?

Лучевые технологии

В последние десятилетия широкое распространение получили лучевые методы обработки, использующие для воздействия на заготовку лазерный и электронный лучи, которые обеспечивают плотность энергии на несколько порядков выше, чем другие источники (см. таблицу).

Плотность энергии различных тепловых источников

<i>Источник энергии</i>	<i>Плотность энергии, кВт / см²</i>
Кислородно-ацетиленовое пламя (газовая сварка)	1–3
Сфокусированное излучение Солнца	1–2
Электрическая дуга	50–100
Лазерный луч	>10 000
Электронный луч	>10 000

Большие плотности энергии обеспечиваются при небольшой мощности излучения (0,1–100 кВт) за счет фокусировки лучей на малой площади — около 0,1 мм². Поэтому лучевые методы обработки используют для вырезки высокоточных (прецизионных) деталей, получения отверстий малого размера (менее 0,5 мм), разрезания труднообрабатываемых материалов, точной сварки, упрочнения и легирования поверхностей деталей.

Лазерная обработка материалов проводится при помощи светового луча, излучаемого оптическим квантовым генератором (лазером), и основана на его термическом действии (рис. 16).

При попадании на поверхность световой луч частично поглощается ею и частично отражается от нее. Поглощение поверхностью энергии приводит к ее нагреву, температура в точке приложения луча составляет от

2000 до 60 000 °С. Такая температура достаточна для расплавления и превращения в пар любого материала. Температура тем больше, чем большей поглощающей и меньшей отражающей способностью обладает обрабатываемый материал, а также чем меньше его теплопроводность и теплоемкость.

Разновидности лазерной обработки – пробивка отверстий, контурная резка, упрочнение и легирование деталей машин и инструментов, сварка, резание с лазерным подогревом.

Электронно-лучевая обработка использует тепловую энергию, выделившуюся при столкновении быстро движущихся электронов с обрабатываемым материалом. При столкновении ускоренного электронного потока с твердым телом 90 % кинетической энергии электронов переходит в тепловую энергию. Повышая скорость движения электронов и их кинетическую энергию, а также увеличивая число электронов, движущихся в данном объеме, можно создавать чрезвычайно высокую концентрацию тепловой энергии во времени и пространстве, приводящую к нагреву, плавлению, испарению и тепловому взрыву вещества.

При электронно-лучевой обработке на малом участке обрабатываемой поверхности достигается такая высокая плотность энергии, которая практически недостижима при других методах нагрева. При этом возникает эффект «кинжального» (глубинного) проплавления. Образуется узкий и глубокий канал, соотношение его глубины к ширине достигает 20 : 1. Поэтому возможно проплавление материалов большой толщины (до 200 мм) при узкой зоне термического воздействия.

Электронно-лучевая обработка проводится в вакууме, который является отличной защитной средой, препятствующей окислению расплавленного материала. Перемещением электронного луча можно легко управлять, его можно расфокусировать, можно «запереть», что позволяет выполнять обработку по сложной траектории и с пропусками. Электронный луч можно направить в узкую щель и произвести обработку в местах, не доступных для других способов обработки. Небольшие площади обработки и узкая зона прогрева позволяют обрабатывать миниатюрные детали, получать малые отверстия.

Для электронно-лучевой обработки используют различные устройства, основой которых является так называемая *электронная пушка*.

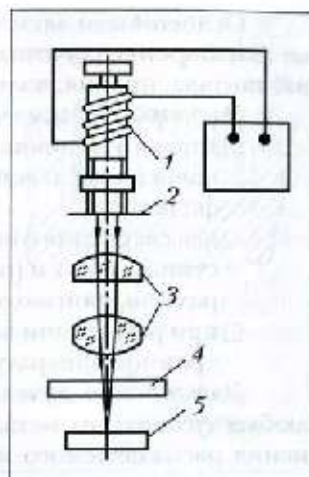


Рис. 16. Схема лазерной обработки: 1 — оптический квантовый генератор; 2 — диафрагма; 3 — оптическая система; 4 — защитное стекло; 5 — деталь

Особенности электронно-лучевой технологии используются при сварке (*электронно-лучевая сварка*) различных материалов: стекла, молибдена, тантала, ниобия, вольфрама, инконеля, бериллия и др.

Электронно-лучевое резание и прошивка применяются:

- для изготовления тонких пазов, щелей и прорезей размерами от нескольких десятков микрометров в деталях малой толщины (пленки, фольги);
- для сверления отверстий малых диаметров (100 мкм) в кварцевых пластинах, иглах и рубиновых камнях для часовых подшипников, фильерах для производства искусственных волокон и т. д.;
- при разрезании полупроводников и ферритов для производства электронной аппаратуры.

Электронно-лучевая плавка позволяет производить расплавление любых тугоплавких металлов в вакууме без опасности окисления или загрязнения расплавляемого металла газами и другими примесями. Электронно-лучевую плавку применяют для получения особо чистых тугоплавких материалов.



Лазерная обработка, электронно-лучевая сварка, резание и прошивка, электронно-лучевая плавка.

Ультразвуковые технологии

Ультразвуковые технологии используют в процессах обработки механические упругие колебания ультразвуковой частоты — более 16 кГц, т. е. выше частоты слышимых звуков. В одних технологических процессах с помощью ультразвуковых методов осуществляют обработку твердых и сверхтвердых материалов (размерная обработка), в других — удаляют поверхностные загрязнения (например, в химических и электрохимических процессах). При помощи ультразвуковых технологий выполняют сварку, получают различные эмульсии, порошки, осуществляют контроль дефектов деталей и различные измерения.

Ультразвуковая размерная обработка — это направленное разрушение твердых и хрупких материалов, производимое с помощью колеблющегося с ультразвуковой частотой инструмента и суспензии абразивного порошка, вводимой в зазор между торцом инструмента и изделием (рис. 17).

Ультразвуковая обработка используется в основном для изготовления отверстий и полостей разнообразного профиля в труднообрабатываемых материалах.

Станки для ультразвуковой размерной обработки оснащены генератором ультразвуковых колебаний, который вырабатывает переменный электрический ток ультразвуковой частоты. Ток поступает на обмотку преобразователя и созда-

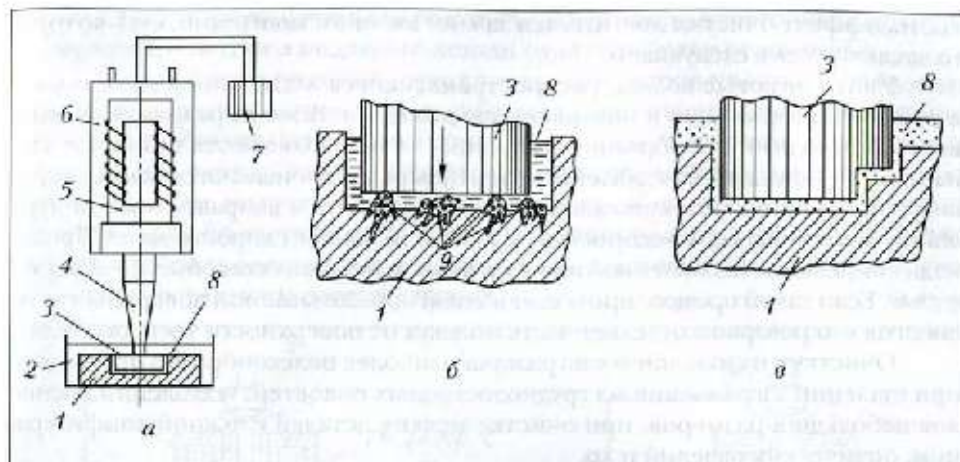


Рис. 17. Ультразвуковая размерная обработка: а — принципиальная схема; б — схема съема материала при ультразвуковом прошивании; в — схема воспроизведения профиля инструмента в заготовке: 1 — заготовка; 2 — ванна; 3 — инструмент; 4 — волновод-концентратор (трансформатор амплитуды); 5 — преобразователь; 6 — корпус преобразователя; 7 — генератор тока ультразвуковой частоты; 8 — зазор, заполненный суспензией абразива; 9 — частички абразива (зерна)

ет переменное магнитное поле, под действием которого происходит изменение линейных размеров преобразователя, изготовленного из специального магнитострикционного материала (никеля, сплава железа с кобальтом и др.). Получаемые малые амплитуды колебаний преобразователя усиливают и направляют в нужную точку детали с помощью волновода-концентратора. На торце концентратора установлен рабочий инструмент (из латуни, меди, чугуна), форма которого совпадает с формой обрабатываемого отверстия.

Ультразвуковой обработке хорошо поддаются хрупкие материалы (стекло, твердые сплавы и т. п.) с малой пластичностью, частицы которых скалываются под ударами абразивных зерен. Вязкие материалы (незакаленная сталь, латунь) плохо обрабатываются ультразвуковым способом, так как в этом случае сколов не происходит — зерна вдавливаются в обрабатываемый материал.

Ультразвуковая размерная обработка широко применяется для гравирования и маркирования, для изготовления штампов (из твердосплавных материалов), ячеек «памяти» полупроводниковых приборов (из феррита, кристаллов кремния и германия), фасонных изделий из камня, стекла, ювелирных изделий и т. д.

Для проведения *ультразвуковой очистки* колебания подводятся непосредственно к поверхности очищаемого изделия, погруженного в жид-

кость. Эффект очистки достигается за счет явления кавитации, суть которого заключается в следующем.

Ультразвуковые волны, распространяющиеся в жидкой среде, создают в ней зоны разряжения и повышенного давления. В зонах разряжения жидкость переходит в газообразное состояние – в ней появляются пузырьки. Попав в зону с повышенным давлением, эти пузырьки схлопываются (взрываются внутрь). При этом молекулы жидкости устремляются в направлении к центру лопнувшего пузырька со скоростью, в 1000 раз большей скорости звука. Происходит выделение накопленной энергии в микроскопическом объеме – *микровзрыв*. Если такой процесс протекает вблизи обрабатываемой поверхности, то энергия микровзрыва отделяет часть молекул от поверхности твердого тела.

Очистку с наложением ультразвука наиболее целесообразно применять при удалении загрязнений из труднодоступных полостей, углублений и каналов небольших размеров, при очистке мелких деталей сложной конфигурации, оптических изделий и др.

Ультразвуковая сварка позволяет сваривать тонкие и ультратонкие детали, химически активные металлы и сплавы, разнородные металлы, металлы с керамикой, покрытые пленкой детали.

При ультразвуковой сварке заготовки с небольшим усилием сжимаются инструментом, на который накладываются продольные или поперечные ультразвуковые колебания. Микроскопические возвратно-поступательные движения, передаваемые заготовкам, разрушают поверхностные пленки и нагревают поверхностные слои. При этом происходит деформирование заготовок и диффузия соединяемых материалов.

Широкое распространение в последнее время получила **ультразвуковая дефектоскопия**. Ее применяют для контроля состояния нефте- и газопроводов, сварных конструкций мостов, деталей космических аппаратов и др. Например, методом ультразвуковой дефектоскопии непрерывно контролируется состояние установленной в московском Парке Победы на Поклонной горе 140-метровой стелы. Ультразвуковая дефектоскопия позволяет не только выявить трещины, раковины, полости, уже образовавшиеся в детали, но и определить так называемую «усталость» материала, которая может привести к возникновению дефектов.



Ультразвуковая размерная обработка, ультразвуковая сварка, ультразвуковая очистка, ультразвуковая дефектоскопия.

Плазменная обработка

Применение плазмы в технологических целях основано на использовании высоких температур (4000...16 000 °С), возникающих при соприкосновении ионизированного газа (плазмы) с поверхностью обрабатываемой

детали. Плазму используют для резки, сварки, плавки, нанесения покрытий, испарения, очистки и подогрева детали (при обработке резанием).

Струю плазмы получают при помощи двух типов *плазмотронов*, в которых происходит нагрев какого-либо газа концентрированной электрической дугой. Различают плазмотроны двух типов. В первом, плазмотроне прямого действия (рис. 18, а), электрическая дуга возникает между электродом и изделием, и струя плазмы совпадает со столбом дуги (образуется *плазменная дуга*). Во втором плазмотроне (косвенного действия, рис. 18, б) дуга возникает между электродом и соплом, а газ, проходящий через столб дуги, выходит в форме *плазменной струи*.

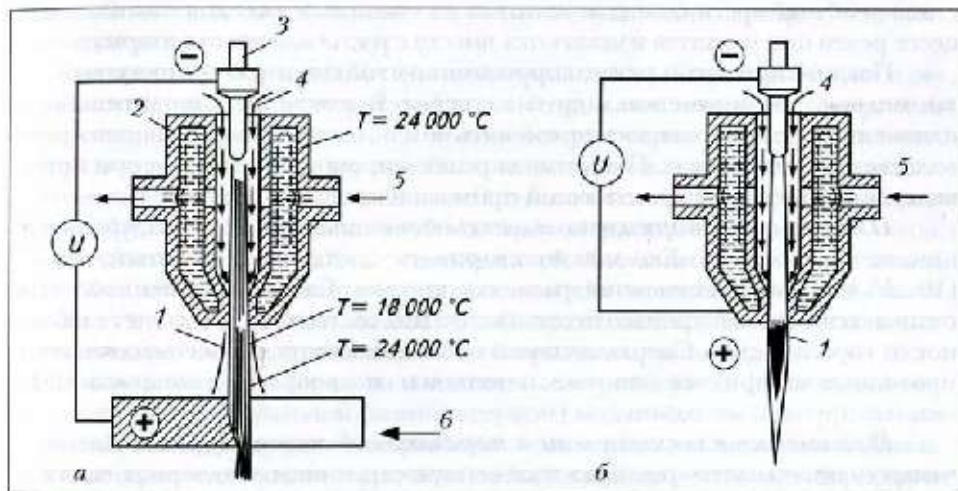


Рис. 18. Плазмотроны прямого (а) и косвенного (б) действия: 1 — сжатая дуговая плазма; 2 — сопло; 3 — электрод; 4 — газ (Ar, смесь газов); 5 — вода (охлаждение); 6 — резка листа;

Электроды плазмотронов изготовляют из тугоплавких материалов — вольфрама или графита. В качестве плазмообразующих веществ используют воздух, азот, аргон, водород, кислород, воду, аммиак и др.

Плазменное нанесение покрытий (напыление и наплавка) используется для нанесения покрытий из любых тугоплавких материалов. Характеризуется высокой скоростью и равномерностью. Материал покрытия (тугоплавкие металлы, оксиды, карбиды, силициды, бориды и др.) вводят в виде порошка, ленты или проволоки в плазменную струю, в которой он плавится, расплывается и наносится на поверхность изделия. Плазменной наплавкой можно получить покрытия с высокой износостойкостью, коррозионной стойкостью, с вкрапленными тугоплавкими частицами (армированные покрытия), а также покрытия с низкими коэффициентами трения.

Плазменные покрытия используют для защиты деталей, работающих при высоких температурах, в агрессивных средах или подверженных интенсивному механическому воздействию. Важным направлением использования плазменной наплавки является восстановление изношенных поверхностей деталей (например, валов полиграфического и бумажного производства, тормозных дисков автомобилей, лопаток турбин и т. д.).

Плазменная резка представляет собой процесс проплавления (насквозь) материала и удаления расплавленного металла мощным потоком плазмы. Плазмой могут быть разрезаны не только металлы, но и диэлектрики, например стекло или слюда. Достоинством плазменной резки является отсутствие необходимости очищать заготовку от окалина и оксидов, так как в процессе резки они плавятся и удаляются вместе с расплавленным материалом.

Плазменной дугой режут коррозионно-стойкие и хромоникелевые стали, медные, алюминиевые и другие сплавы. Высокая производительность плазменной резки позволяет применять ее в поточных непрерывных производственных процессах. Плазменная резка широко применяется при производстве труб и в судостроительной промышленности.

Плазменная сварка использует свойство плазменной дуги глубоко проникать в материал. Ею можно сваривать достаточно толстый металл (10...15 мм) без специальной разделки кромок. Сварка плазменной дугой отличается высокой производительностью и качеством за счет стабильности горения дуги. Сварка плазмой незаменима при сварке высокотеплопроводных материалов (цветных металлов и сплавов), которые невозможно сварить другими методами.

Плазменные технологии в порошковой металлургии. Для получения специальных порошков в плазменную струю вводят материал, частицы которого, расплавляясь, приобретают необходимую в порошковой металлургии сферическую форму. Размер частиц может регулироваться в пределах от нескольких микрометров до 1 мм. Более мелкие (ультрадисперсные) нанопорошки с размерами частиц от 10 нм получают испарением исходного материала в плазме с последующей его конденсацией.

Плазменно-механическая обработка представляет собой совокупность операций по термическому разупрочнению плазменной дугой и последующему удалению с заготовки слоя металла режущим инструментом. Плазменно-механическая обработка позволяет обрабатывать такие труднообрабатываемые материалы, как жаропрочные и коррозионно-стойкие стали, титановые сплавы, от 4 до 7 раз быстрее по сравнению с механической обработкой.



Плазменное нанесение покрытий (напыление и наплавка), плазменная резка и сварка; плазменные технологии в порошковой металлургии, плазменно-механическая обработка.



1. Как вы думаете, почему необходимо охлаждать плазмотрон?
2. Можно ли использовать плазмотроны прямого действия для плазменной обработки неэлектропроводных материалов?

Технологии послойного прототипирования

При проектировании различных изделий и подготовке их производства возникает ряд конструкторских, дизайнерских, технологических и организационных проблем. Чтобы проверить собираемость, разбираемость, ремонтпригодность изделия, значение механических, кинематических, аэродинамических и других характеристик конструкции, требуется провести натурные испытания.

Для простых сборных конструкций возможность сборки, разборки и ремонта можно оценить по чертежу. Сложные изделия, имеющие отверстия, внутренние полости и каналы, криволинейные поверхности, создают большие трудности при чтении чертежей и компьютерных изображений даже для опытных конструкторов и технологов. Это вызывает появление ошибок, увеличение времени подготовки производства и затрат.

Изготовление моделей сложных деталей (блока цилиндров двигателя, крыла самолета и др.) является трудоемким и длительным процессом, который может отнимать несколько месяцев. Сократить эти сроки до нескольких дней позволяют **технологии послойного прототипирования**.

Прототипирование – это создание полноразмерной физической модели объекта по виртуальной (компьютерной) модели.

Суть послойного прототипирования заключается в следующем. Сначала на компьютере создается геометрическая объемная модель детали, которую при помощи специальных компьютерных программ разбивают на множество слоев толщиной 0,01...0,3 мм. Затем каждый из этих слоев «материализуется» с помощью разных технологий послойного прототипирования.

Рассмотрим эти технологии подробнее.

Лазерная и масочная стереолитография. Этот метод используют специальные фоточувствительные полимеры, затвердевающие под воздействием света: при лазерной стереолитографии – света лазера, при масочной – ультрафиолетового света.

Синтез детали методом *лазерной стереолитографии* начинается с нижнего слоя детали (рис. 19). Подвижный стол погружается в ванну на толщину первого слоя. Затем специальный нож (рапель) проходит от передней стенки ванны к задней (или наоборот) и удалит излишки полимера с детали, после чего начинает работать лазер. В сканирующую систему лазера загружается информация о первом сечении модели, и лазерный луч освещает только те участки сечения, где должен быть материал детали. Под воздействием света лазера полимер затвердевает. Точки сечения детали,

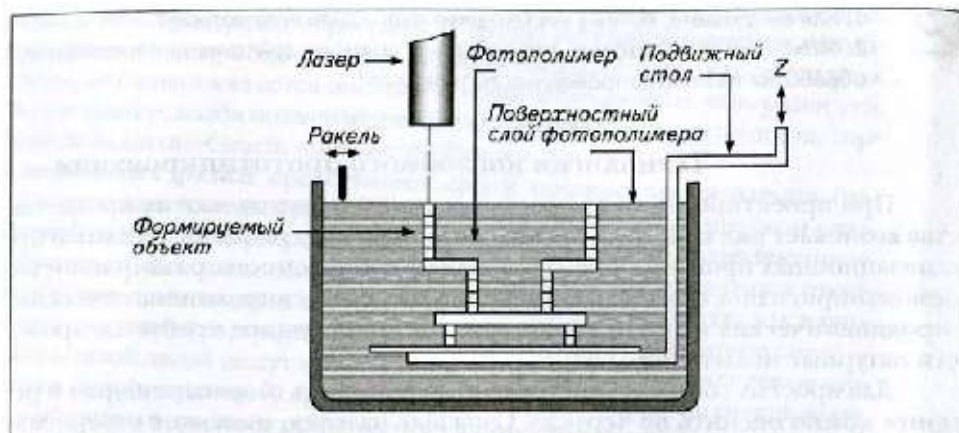


Рис. 19. Схема послойного прототипирования методом лазерной стереолитографии

в которых материала нет, не подвергаются воздействию лазерного луча, и отвердевание полимера в них не происходит.

После «отрисовки» лазером первого слоя подвижный стол опускается на толщину второго слоя, и процесс нанесения полимера и сканирования лазером повторяется. И так далее, до тех пор, пока все слои детали не будут сформированы. В результате получаем заданную деталь, изготовленную из полимера.

Масочная стереолитография представляет собой послойное отверждение полимера при экспонировании (освещении) ультрафиолетовым светом через *фотомаску* (трафарет), прозрачную только в тех местах, где должен быть материал детали.

Метод избирательного лазерного спекания напоминает лазерную литографию, воссоздание слоев детали также происходит при сканировании лазерным лучом. Но в отличие от литографии при спекании используют порошок, частицы которого расплавляются попавшим на них лазерным лучом и свариваются между собой. Для спекания можно использовать как легкоплавкие порошки полимеров (полиамида, полистирола), так и порошки металлов. Данный метод позволяет сразу получить модель из металла, минуя стадии изготовления промежуточных полимерных моделей, литья и механической обработки.

Метод наплавления – это технология послойного прототипирования, при которой каждый слой будущей детали формируется путем выдавливания жидкого *термопластичного материала* на охлаждаемую основу. Температура выдавливаемого материала незначительно превышает температуру его затвердевания (аналогично созданию надписей на торте шоколадным кремом).

Ламинирование. Деталь изготавливается путем лазерной резки листовых материалов и последующего спекания листов (ламинирования).

Метод трехмерной печати – это метод прототипирования, названный так из-за своей схожести с печатью на струйном принтере, только вместо краски используется жидкое связующее вещество. На платформу наносят слой керамического порошка необходимой толщины. Затем происходит «печать» слоя: из сканирующей печатающей головки в требуемые точки модели поступает жидкое связующее вещество. Проникая в поры между частицами порошка, оно формирует из них жесткую структуру, образуя тело детали. После изготовления последнего слоя из полостей детали удаляют несклеенные частицы порошка и проводят тепловую обработку для полного отверждения детали.

Методы послойного прототипирования нашли широкое применение при изготовлении оснастки различных видов для технологических процессов литья (литьевых форм, пресс-форм и литьевых моделей), а также для измерения аэродинамических характеристик изделий и механических напряжений, возникающих в сложных деталях, и др.

Еще одна область применения прототипирования – медицина.

На основе результатов компьютерных исследований пациента методами послойного прототипирования изготавливают копии человеческих органов или костей, которые используются для моделирования хирургических операций и создания имплантата – органа или устройства, вживляемого в организм. Полученная модель позволяет хирургу лучше понять анатомические отклонения и отработать операционные действия, а также изготовить имплантат, идеально подходящий пациенту. Модели изготавливают из материалов, близких по своим свойствам к веществу копируемого объекта. Поэтому хирурги могут отрепетировать свои действия при операции, используя те же инструменты, что и в операционной. Это повышает точность хирургических манипуляций и сокращает длительность операции.



Прототипирование; метод избирательного лазерного спекания, лазерная и масочная стереолитография, ламинирование, метод трехмерной печати.

Нанотехнологии

Нанотехнологии – это совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность создавать и модифицировать объекты с размерами менее 100 нм. При помощи нанотехнологий изготавливают наноматериалы, а в будущем, возможно, будут производить и нанотехнику.

История нанотехнологий начинается в 1959 году с доклада нобелевского лауреата по физике Ричарда Фейнмана, предложившего метод *постом-*

ной (помолекулярной) сборки. Главная идея такой сборки состоит в изготовлении деталей из элементарных «кирпичиков» вещества — атомов или молекул. Такой путь производства отличается от принятого в настоящее время, когда детали получают из естественных, природных материалов путем отделения от заготовок избыточного материала.

Приставка «нано» (от греч. *nanos* — «карлик») означает миллиардную (10^{-9}) долю чего-либо; *нанометр* — это миллиардная часть метра, или тысячная часть микрометра. Нанометр сопоставим с размером молекулы. Для сравнения: тонкий человеческий волос имеет толщину около 50 000 нм.

Несмотря на то что история нанотехнологий насчитывает уже полвека, реальное их применение стало возможно только в последнее десятилетие. Особенно большие успехи достигнуты в области создания *наноматериалов*, которые обладают качественно новыми свойствами, в том числе искусственно заданными функциональными и эксплуатационными характеристиками.

Наноматериал — это материал, содержащий микроскопические искусственно синтезированные структурные элементы, геометрические размеры которых хотя бы в одном измерении не превышают 100 нм. Благодаря этому физико-механические, тепловые, электрические, магнитные, химические и другие свойства наноматериалов радикально отличаются от обычных свойств макроскопических материалов. Поэтому нанопорошки, нанопленки, нанопокрyтия и другие нанопродукты по своим качествам сильно отличаются от свойств веществ, из которых они получены.

Самым известным наноматериалом является *фуллерен* — открытая в 1985 году новая кристаллическая модификация углерода (ранее известные его модификации — графит и алмаз). Молекула фуллерена содержит от 36 до 540 атомов углерода. Получают фуллерены из сажи от сжигания графита.

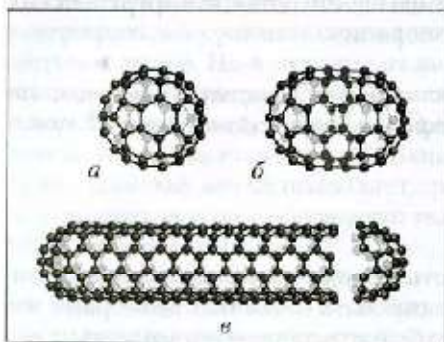


Рис. 20. Наномолекулы: *a* — фуллерен C_{60} ; *b* — удлинённый фуллерен C_{70} ; *c* — нанотрубка

Рассмотрим строение наиболее изученного фуллерена C_{60} , молекула которого состоит из 60 атомов углерода (рис. 20, *a*). Этот фуллерен представляет собой сферу, образованную 20 шестиугольниками и 12 пятиугольниками (как футбольный мяч), в вершинах которых находятся атомы углерода. Диаметр такой молекулы 0,7 нм. В центре сферы имеется свободное, не занятое атомами пространство. В него можно ввести другие атомы и молекулы, например лекарства, и транспортировать их в этой оболочке к пучному месту в организме.

Если в «углеродный шарик» – фуллерен C_{60} – вставить «поясок» из 10 атомов, получится новая, слегка удлинненная молекула – C_{70} (см. рис. 20, б). Изучение фуллеренов привело исследователей к созданию *нанотрубок*, поверхность которых образуется правильными углеродными шестиугольниками (рис. 20, в). Эти трубки-молекулы, длиной до миллиметра и диаметром в несколько нанометров, могут в зависимости от условий получения быть прямыми или спиральными, состоять из одного или нескольких слоев (вложенных друг в друга трубок), иметь открытые или закрытые концы, содержать до миллиона атомов – $C_{1\,000\,000}$.

Углеродные нанотрубки обладают очень высокой прочностью – в 50–100 раз прочнее стали (при плотности, в 6 раз меньшей, чем у стали). Нити нанотрубок не боятся высоких температур, могут выдерживать действие вакуума и химических реагентов. Подобная нить диаметром 1 мм может выдерживать груз в 20 т! Используя нанотрубки в качестве осей и надев на них колеса-фуллерены, удалось изготовить прообраз нанотехники – наномобиль, передвигающийся по поверхности кристаллов.

Интересно, что при введении молекулы фуллерена внутрь нанотрубки свойства последней кардинально меняются. В зависимости от расположения фуллерена в нанотрубке (в центре, ближе к краю и т. д.) система может проявлять свойства проводника, полупроводника или диэлектрика. В будущем это может стать основой для создания сверхминиатюрных компьютеров, построенных на транзисторах размером в единицы нанометров и скоростью переключения состояния 10 пикосекунд (1 пкс = 10^{-12} с). Применение нанотрубок в будущем позволит изготовить мониторы с размером пикселя порядка микрометра и электрические провода, способные передавать огромные токи, – 10^7 А/см².

Широкое применение в нанотехнологиях нашли специальные сканирующие зондовые микроскопы (СЗМ), позволяющие «увидеть» нанообъект. Работа этих микроскопов основана на измерении магнитных, электрических и других сил, возникающих между атомами. Микроскопы СЗМ производят измерения при помощи иглы (с острием размером в один атом), которой «ощупывают» поверхность материала. Компьютер анализирует перемещения иглы и строит на экране картинку, изображающую рельеф поверхности. Таким образом можно видеть атомы и молекулы.

Современные СЗМ умеют измерять не только линейные размеры объектов, но также их магнитные и электрические свойства, твердость, состав и другие характеристики материалов в нанометровых объемах.

На базе СЗМ созданы технологии манипулирования отдельными атомами. С помощью иглы микроскопа можно опознать атом, переместить его на другое место (фигура на рис. 21 собрана из атомов). Располагая атомы на поверхности детали тем или иным образом, можно придавать ей нужные свойства.

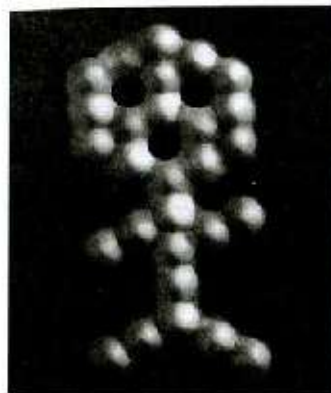


Рис. 21. Искусственный «орнамент» из атомов

атом за атомом складывать сложные молекулярные структуры или устройства из «наблочков».

Примечательно, что ассемблеры будут обладать способностью к размножению, т. е. смогут копировать себя, создавая себе подобных. Управлять ассемблерами будет человек — оператор, моделирующий на компьютере требуемую молекулярную структуру.

На первый взгляд, создание наномашин кажется научной фантастикой, однако такие машины превосходно функционируют уже тысячи лет. Примером может служить механизм синтеза белка в живом организме, осуществляемый рибосомами с помощью молекул РНК по программе, взятой из ДНК.

Перспективы применения нанотехнологий поражают воображение. Перечислим некоторые из них.

Нанотехнологии позволяют:

- заменить традиционные методы производства изделий их наносборкой непосредственно из атомов и молекул;
- создать молекулярных роботов-врачей, которые будут «жить» внутри человеческого организма, устраняя все возникающие повреждения;
- изготавливать продукты питания при помощи ассемблеров, которые будут воспроизводить те же химические процессы, что и в живом организме, однако более коротким и эффективным путем. Например, получение молока из травы, минуя корову! Такое производство, не зависящее от погодных условий и не нуждающееся в тяжелом физическом труде, решит продовольственную проблему;
- осуществить фантастическую идею «космического лифта» из нанотрубок (представьте себе канат, соединяющий землю с космическим аппаратом, по которому скользит лифтовая кабина);

- устранить вредное влияние человека на окружающую среду за счет перевода промышленности и сельского хозяйства на безотходные нанотехнологии полного разложения существующих отходов с помощью *дизассемблеров*, – наноустройств, разбирающих вещество на атомы;
- перейти от двумерной технологии изготовления процессоров к трехмерной технологии и добиться размещения 10^{12} логических элементов в 1 см^3 . Другими словами, разместить процессор Intel Pentium II в кубе с ребром 100 нм.



Нанотехнологии, наноматериал, ассемблер, дизассемблер, нанотехника.



1. Попробуйте объяснить своими словами, что такое нанотехнологии.
2. Что представляет собой наноматериал?

Новые принципы организации современного производства



1. Что вы понимаете под моральным старением техники и технологий?
2. Как вы думаете, кооперируются ли в изготовлении деталей и узлов... конкурирующие фирмы?
3. Признаете ли вы удачным решение, когда в рядовой конструкции узла используются «свои» детали, например болты, ручки или провода?

Мы узнали о новых технологиях, освоенных современным производством. Но ведь меняются не только технологии, меняется и сама организация производства.

Понятие *индустриальное общество* было введено французским философом К.А. Сен-Симоном в XIX веке для обозначения социума, в котором основным видом хозяйственной деятельности является промышленное производство. Индустриальное общество существовало не всегда. Оно пришло на смену доиндустриальному и просуществовало в промышленно развитых странах с начала XIX века вплоть до конца 60-х годов XX века.

Характерной особенностью, предопределившей путь развития индустриального общества, стал новый способ организации промышленного производства, получивший название *массового производства*; иногда этот способ производства называют *фордизм* — по имени Генри Форда, впервые применившего его в 1913 году на своем автомобилестроительном заводе в Детройте. Неотъемлемыми элементами этого способа производства были рационализация, стандартизация и конвейеризация поточного (непрерывного) производства.

При рационализации производства каждую трудовую операцию, выполняемую рабочим, раскладывают на простейшие действия. Затем определяют

последовательность действий, приводящую к наиболее быстрому выполнению операций, и затем внедряют в производство. В результате производительность труда значительно возрастает.

Стандартизация деталей и технологических операций позволяет сократить разнообразие трудовых действий, что уменьшает время их выполнения, а также повышает производительность.

Производственный конвейер позволяет еще больше специализировать технологические операции, увеличивая за счет этого производительность производства и снижая себестоимость изготовления продукции.

Авторство идеи конвейера не принадлежит Форду. Впервые движущаяся «демонтажная» линия была применена в самом начале XX века американским мясным магнатом Г. Свифтом для разделки свиных туш. Форд применил идею наоборот — по мере движения по конвейеру остова автомобиля «обрастал» комплектующими деталями.

Приоритетом способа организации массового производства были рост производительности труда при экономии *на масштабах производства* (т. е. чем быстрее производится продукция, тем ниже ее себестоимость) и выпуск потребителю однотипной, стандартной продукции.

Однако резкое увеличение производительности труда стало создавать определенные проблемы для экономики: массовое производство товаров должно сопровождаться столь же массовым их потреблением. Рынки потребительских товаров перенасытились стандартизованной продукцией и потребительский спрос стал смещаться в сторону эксклюзивной (оригинальной) продукции и товаров, сделанных на заказ.

Столкнувшись с проблемой индивидуализации спроса, большинство промышленных компаний пошло по пути внедрения *гибких производственных систем*, основу которых составляет многоцелевое оборудование с числовым программным управлением. Суть нового метода в следующем.

В отличие от одноцелевого оборудования, применявшегося в массовом производстве, *многоцелевые машины* могут быстро перенастраиваться на выпуск новых модификаций и типов продукции. Это позволяет использовать выгоды экономии *за счет широты ассортимента*, не отказываясь от преимуществ экономии на масштабах производства (объемы производства могут оставаться очень большими). Если говорить образно, то портновский костюм по индивидуальному заказу будет шить на швейной фабрике — предприятию массового производства.

Широкое внедрение в современной промышленности гибких производственных систем имело своим результатом ассортиментный «взрыв» на мировых рынках. Например, 36 моделей автомобилей, производившихся японской компанией «Тойота» в середине 90-х годов прошлого века, были доступны в четырех (!) модификациях каждая.

Таким образом, мы столкнулись с новым и важным явлением в развитии техносферы, имменуемым в специальной литературе *постфордизмом*. Этот способ организации производственного процесса подразумевает сокращение числа комплектующих и такую их стандартизацию, которая позволяет использовать их не в одном, как было ранее, а в целом ряде изделий. При такой организации производства можно собирать несколько модификаций каждой модели (например, автомобилей, компьютеров, аудиосистем и др.), сочетая узлы различным образом.

При этом отношения головной компании и ее субподрядчиков (поставщиков) строятся на основе новых правил – *точно в срок и в точной последовательности*, что подразумевает поставку (может быть, с другого конца света) комплектующих изделий на конвейер сборочного предприятия непосредственно в тот момент, когда в них возникает необходимость.

Многочисленные субподрядчики на конвейер монтажного предприятия поставляют не отдельные детали, как в период позднего фордизма, а готовые узлы, да еще в нескольких вариантах (при полной ответственности за их качество). Это позволяет сборочному предприятию производить широкий ассортимент продукции, имея по сравнению с предприятиями старого, фордистского, типа значительно меньшие фонды, меньшее число рабочих и меньшее количество субподрядчиков.

Такое предприятие связано не с интернациональной, а с *глобальной системой мирового хозяйства*, в результате которой устанавливается всеобъемлющая связь между элементами мирового хозяйства (национальными экономиками и транснациональными корпорациями).

В сфере промышленного производства глобализация выражается, в частности, в том, что во многих отраслях зарубежные филиалы полностью «врастают» в экономику стран-реципиентов, а выпускаемые ими продукты теряют ярко выраженную национальную принадлежность. Поэтому мы чаще видим на маркировке товара не «Made in», а «Made by», т. е. указывается не страна-изготовитель, а название транснациональной компании. Для примера: наверное, сегодня сложно ответить, кто действительный производитель телевизоров воронежской сборки, калининградских автомобилей марки BMW или компьютеров IBM.

<http://kurokam.ru>

Автоматизация технологических процессов



1. С чем вы связываете имена: Палзунов, Дизель, Попов, Эдисон, Опель, Рябушинские, Королев, Курчатов, Гагарин, Терешкова, Тулалев, Калашников, Лихачев? Могли бы вы продолжить этот список?
2. Какие технологические процессы производства (например, автомобилей) вызывают у вас чувство удивления и восхищения?

Современное компьютеризованное и автоматизированное производство характеризуется выраженным инженерным стремлением максимально освободить людей от участия в технологических процессах — *гуманизацией* производства (см. схему). Вряд ли человек пришел в этот мир только для того, чтобы крутить гайки на конвейере автомобильного завода, шить тапочки, печь пирожки, собирать компьютеры или водить автомобили. Все это и многое другое он делает по необходимости. Да и сам по себе человек в своей производственной деятельности давно уже не эффективен по сравнению с техническими средствами: станками, машинами и т. д.

Производственное время «съедает» огромную часть времени уникальной человеческой жизни, урезает возможности для свободного развития индивидуальности, лишает человека всей полноты восприятия окружающего мира.

К сожалению, до радикального высвобождения людей из сферы материального производства еще далеко. Вместе с тем появляются глобальные инженерно-технологические идеи, которые в той или иной мере прокладывают пути к реализации «безлюдного» производства. Среди таких идей одной из наиболее перспективных представляется идея гибкого автоматизированного производства.

Гибкое автоматизированное производство (ГАП) позволяет осуществлять переход с выпуска одного изделия на другое практически без переналадки технологического и любого другого оборудования; если же в каких-то случаях и требуется переналадка, то она по времени осуществляется одновременно с выпуском предыдущего изделия. Гибкое автоматизированное производство состоит из *гибких производственных систем (ГПС)*, которым свойственна более полная обработка деталей на одном рабочем месте.

В современном и перспективном производстве определяющей становится система «человек — машина». Человек за пультом — типичный модуль любой производственной среды, которая требует от рабочего значительного психологического напряжения. Техника и технологии постоянно усложняются, более того, в известной мере, производственная среда становится враждебной по отношению к человеку. Возникает необходимость экологизации производственной среды, защиты психики работающего человека, уменьшения им затрат энергии. Решение этих задач взяла на себя *инженерная психология*.

«Сегодня всё делают компьютеры!» — эта расхожая фраза, конечно, не означает, что компьютер варит суп, изготавливает автомобильный кузов, собирает видеомэгафон, выпускает клигу или журнал. Однако он управляет техникой, промышленным оборудованием и средствами автоматизации, которые уже непосредственно делают нужные нам вещи.

Таким образом, технологические процессы автоматизируются на основе ЭВМ. Благодаря этому человек освобождается от непосредственного участия в производственных операциях. Функции, которые он выполнял раньше, в современном производстве выполняют машины. Физический труд

Результаты автоматизации и компьютеризации производства

Автоматизация

Замена человека автоматами в непосредственных производственных условиях

Миниатюризация техники, высвобождение производственных площадей

Замена человека в опасных и вредных условиях деятельности

Повышение безопасности условий труда

Преобладающая схема общения: человек — автомат (человек — ЭВМ)

Повышение комфортности условий работы

Сокращение персонала, малолюдные и безлюдные технологии

Эстетизация производства, совершенствование дизайна, повышение культуры

Совершенствование технологий, повышение эффективности производства

Экологизация и гуманизация производства

Гибкость производства (перенастраиваемость), универсальность

Повышение надежности оборудования

Уменьшение сроков и стоимости подготовки производства

Оперативность, эффективность управления

Повышение уровня профессиональных знаний, умений персонала

Совершенствование подготовки кадров

Внедрение в технологические процессы ЭВМ

постепенно исключается. Роль человека сегодня — это контроль, наладка техники, управление производством посредством ЭВМ — преимущественно умственный труд. Человека не могут заменить машины-автоматы лишь там, где необходимы его интуиция, опыт, творчество.

В техническом смысле процесс автоматизации осуществляется следующим образом. Технический объект (машина) оснащается блоком управления — микропроцессором, благодаря которому машина становится программно управляемой, наделяется «интеллектom». Микропроцессор — это устройство в виде интегральных микросхем, обрабатывающее согласно заложенной программе цифровую информацию о состоянии и параметрах работы всех технических узлов машины. Цель этой обработки заключается в том, чтобы в соответствии с программой шаг за шагом формировать и посылать управляющие сигналы исполнительным механизмам. Последние в соответствии с получаемыми управляющими сигналами выполняют ту работу, для которой они предназначены.

Программу работы микропроцессора составляет и закладывает человек. Главные достоинства микропроцессорной техники — компактность, экономичность, универсальность, массовость применения, невысокая стоимость.

Введем основные понятия, связанные с автоматизацией.

Автомат (от греч. *automates* — самодействующий) — это самоуправляемая машина. Она действует без участия человека и нуждается лишь в наладке и контроле за правильностью поведения. *Автоматика* — техника, исключающая присутствие человека при выполнении каких-либо операций.

Гибкое автоматизированное производство может быстро перенастраиваться на выпуск новой продукции. Это возможно благодаря смене компьютерных программ. Руководители производства могут оперативно в соответствии с запросами рынка менять ассортимент выпускаемых изделий. *Жесткая автоматизация* применяется в массовом, крупносерийном производстве, где не требуется быстрая переналадка на выпуск новых изделий (пример — автоматическая линия). В оборудование еще при разработке закладывается программа его работы по выпуску определенных изделий; его нельзя перепрограммировать, можно только заменить другим, новым.

Производство, где машины управляют машинами, а управляющие машины контролируются также машинами, носит название *высокоавтоматизированного производства*.

На производстве микропроцессоры используются как для управления отдельными приборами, машинами, так и для централизованного управления целыми технологическими процессами. В обобщенном виде это можно представить так.

Микропроцессоры отдельных технических объектов собирают информацию об их состоянии и посылают ее (в виде электрических сигналов) на

центральный управляющий компьютер, который обрабатывает поступающую информацию и выдает ее человеку (оператору). Тот оценивает результаты обработки и принимает решения: посредством пульта рассылает управляющие сигналы на исполнительные механизмы машин (для поддержания хода технологического процесса).

Таким образом, управление современным наукоемким производством осуществляется с помощью *автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП)*.

Чтобы внедрить такую систему в производство, необходимо создать его математическую модель, которая закладывается в компьютер. Математическая модель представляет собой систему уравнений и зависимостей, которые описывают протекание технологических процессов. Если условия протекания технологического процесса меняются, на эти изменения реагируют датчики. Их сигналы поступают в управляющий компьютер, который вновь «проигрывает» математическую модель, обчисляет новые параметры и сравнивает их с заданными. После этого компьютер посылает соответствующие управляющие сигналы на технологическое оборудование, корректируя ход технологического процесса.

На схеме отражены обязательные компоненты любой АСУТП.

Составляющие АСУТП



Техническое обеспечение подразумевает подбор и компоновку всех технических средств (задействованных в технологическом процессе) в единую систему.

Программное обеспечение – это программы, написанные инженерами и обеспечивающие алгоритм работы технологического оборудования. Для правильной работы программ и точного выполнения технологии необходимо получать достоверную информацию о протекании технологического процесса, о состоянии инструментов и оборудования, о характеристиках получаемых деталей. Сбор и анализ такой информации составляет суть *информационного обеспечения*.

Организационное обеспечение включает технологические карты, распоряжения, инструкции и др.

Обслуживающий персонал — это специалисты, умеющие запускать АСУТП, проводить ее проверку, профилактику устройств и т. п. Впрочем, многие АСУТП наделены «интеллектом» и могут сами себя диагностировать, как врач: устанавливать причину сбоя и сигнализировать об отказах. Требования к персоналу, обслуживающему такие автоматические системы, очень высокие, так как АСУТП имеет высокий уровень сложности.

Практическая работа

Найдите в правой колонке основные сферы применения технологий, названных в левой колонке.

<i>Технологии</i>	<i>Сферы применения</i>
А. Лазерная.	1. Химия, металлургия, машиностроение.
Б. Плазменная.	2. Транспорт, предприятия, заводы; учреждения, магазины; управление, контроль, вычисление.
В. Лучевая.	3. Передача информации, медицина; телевидение, военная техника.
Г. Компьютерная.	4. Обработка материалов (сварка, резание и т. д.).
Д. Волоконная	5. Размерная обработка микроотверстий, хирургия



Волоконная оптика, лазерная технология, электронно-лучевая технология, плазменные технологии, микропроцессор, автомат, автоматика, автоматизация производства, гибкое автоматизированное производство, АСУТП.



1. Какие компоненты необходимы для производства и обработки любых конструкционных материалов?
2. Перечислите виды обработки конструкционных материалов.
4. Какие инновации отличают современные и перспективные производства?
5. Чем и как помогает человеку компьютер в автоматизированном производстве?
6. Как работает АСУТП?



§1 Понятие творчества



Согласны ли вы с утверждением, что «самым ценным для общества является свободное время индивида»?

Феномен творчества присущ человеку и очень важен как для отдельной личности, так и для общества в целом. Общество развивается благодаря новым идеям, которые несут научные открытия, технические изобретения, философские мировоззренческие концепции и т. д. Давно подмечено, что новые идеи редко появляются в результате постепенных изменений, чаще это взрыв, скачок, резкий выход на качественно новый уровень. Как же осуществляется этот творческий «взрыв»? Можно ли проследить механизм творчества и попытаться смоделировать его? — Об этом и пойдет речь в настоящей главе.

Творческий процесс

Существует множество различных определений понятия «творчество». Например, по мнению американского ученого П. Хилла, творчество — «это успешный полет мысли за пределы известного. Оно дополняет знания, способствуя созданию вещей, которые не были известны ранее». Польский исследователь Матейко считает, что сущность творческого процесса заключается в реорганизации имеющегося опыта и формировании на его основе новых комбинаций.



Большой энциклопедический словарь дает такое обобщающее определение творчества: «Творчество — это деятельность, порождающая нечто качественно новое и отличающееся неповторимостью, оригинальностью и общественно-исторической уникальностью. Творчество специфично для человека, так как всегда предполагает творца — субъекта (производителя, носителя) творческой деятельности».

Процесс творчества — весьма сложное явление, чрезвычайно трудно поддающееся описанию, поскольку «внутренняя сущность явления недоступна непосредственному исследованию». Тем не менее эта одна из самых важных и интересных областей человеческой деятельности издавна привлекает внимание ученых. Так, попытка обозначить основные стадии творческого процесса была предпринята в 1926 году американским психологом Г. Уоллесом.

Г. Уоллес выделил несколько последовательных этапов, которые являются типичными для творческого процесса:

1. Формулирование задачи, точное определение цели, сбор информации по проблеме и начальные попытки ее решения.

2. Инкубация (вызревание) – отвлечение от задачи после безуспешных попыток ее решения; при этом проблема остается в подсознании, в то время как человек может заниматься другими делами.

3. Озарение – возникновение идеи решения, часто предваряемое случайным событием-толчком.

4. Проверка правильности решения: испытание и (или) реализация идеи.

Существуют различные виды творчества: художественное, научное, техническое. Рассмотрим некоторые процедуры технического творчества, в котором в силу его специфики они прослеживаются более отчетливо (с некоторыми вы уже знакомы по урокам технологии).

Техническое творчество – это получение новых результатов в области техники в виде технических идей, рисунков, чертежей, воплощенных в реальных технических объектах. Техническое творчество включает процедуры проектирования и конструирования.

Проектирование – разработка и обоснование проекта какого-либо объекта, отвлеченного от вещественной формы. Проектирование предшествует конструированию и представляет собой поиск научно обоснованных, технически осуществимых и экономически целесообразных инженерных решений. Результатом проектирования является проект разрабатываемого объекта, первоначально представленный в виде текстов, графиков, эскизов, расчетов, моделей и т. д.

Конструирование – разработка подробной схемы выполнения заданного объекта (системы) и рабочих чертежей всех его деталей и отдельных частей машины.

Сначала по предварительным чертежам и расчетам изготавливается опытный образец. Далее все расчеты уточняются, составляются рабочие чертежи и техническая документация для их применения на производстве. Результатом конструирования является конкретная конструкция изделия¹.

Отдельным явлением в рамках технического творчества является изобретательство.

Изобретательство в современном значении этого слова – это творческая деятельность, в результате которой на основе научных знаний, технических достижений и решения изобретательских задач создается нечто принципиально новое.

В известном смысле, всю историю развития человеческой цивилизации можно рассматривать как историю изобретательства. Опираясь на подсказки

¹ **Конструкция** – наглядно представленная система способов соединения и взаимодействия частей изделия, а также материал, из которого эти части должны быть изготовлены.

природы, люди изобрели и стали совершенствовать орудия труда, научились шить одежду, делать предметы быта и т. д.

Если вновь созданная конструкция является изобретением, т. е. новым, не существовавшим ранее инженерным решением, то ее новаторский характер должен быть подтвержден документально, а открытие запатентовано. Каждый изобретатель, дабы не «открывать америк», должен быть эрудированным специалистом, хорошо представляющим, что делается в области приложения его интеллектуальных усилий. И кроме того, он должен знать законы, охраняющие интеллектуальную собственность.

Защита интеллектуальной собственности

Согласно Конституции Российской Федерации каждому в нашей стране гарантируется свобода литературного, художественного, научного, технического и других видов творчества, а также преподавания. Интеллектуальная собственность охраняется законом (статья 44). В настоящее время, когда любая деятельность становится все более интеллектуальной, проблема защиты создаваемой интеллектуальной собственности приобретает особую актуальность.

К интеллектуальной собственности относится информация, идеи, знания, которые могут быть представлены на материальном носителе (бумаге, дискете и т. п.) и распространены в неограниченном количестве копий. Собственностью являются не эти копии, а отражаемая в них информация.

Объекты интеллектуальной собственности делятся на несколько групп:

- объекты авторского права (произведения науки, литературы и искусства, в том числе базы данных, программы для ЭВМ);
- объекты смежных прав (исполнения, фонограммы, телевизионные и радиопередачи);
- объекты патентного права (изобретения, полезные модели, промышленные образцы);
- средства индивидуализации (товарные знаки и знаки обслуживания, фирменные наименования, наименования мест происхождения товаров);
- нетрадиционные объекты (в смысле относительной новизны законодательного оформления – селекционные достижения, топологии интегральных микросхем, открытия, рационализаторские предложения).

Наиболее распространенной формой защиты авторства на новую научную идею, технологию, литературное произведение и другие виды интеллектуальной собственности является их публикация в печати. В данном случае указывается автор публикации, а также фиксируется дата выхода публикации в свет. Начиная с этой даты автору будут принадлежать авторские

права на выдвинутые в публикации идеи, если они не были ранее опубликованы другим автором.

В России с 14 октября 1992 года вступил в силу Патентный закон Российской Федерации. Согласно этому закону в нашей стране осуществляется правовая охрана изобретений, *полезных моделей* и *промышленных образцов*. Эта охрана подтверждается *патентом*.

Патент на изобретение действует в течение 20 лет, свидетельство на полезную модель – 5 лет, на промышленный образец – 10 лет. Сроки действия всех вышеперечисленных охранных документов отсчитываются с даты подачи заявки на каждый упомянутый объект в Комитет Российской Федерации по патентам и товарным знакам (во Всероссийский научно-исследовательский институт государственной патентной экспертизы, ВНИИГПЭ). Сроки действия охранных документов продлеваются по ходатайству патентообладателя.

Впервые в России охранные документы (*привилегии*) стали выдавать при Петре I.

В Патентном законе Российской Федерации изобретениями называются «созданные новые устройства, способы, вещества, штаммы микроорганизмов, культуры клеток растений и животных, а также примененные известных ранее устройств, способов, веществ, штаммов по новому назначению» (статья 4, п. 2).

На каждое запатентованное изобретение составляется формула изобретения – краткое описание его сущности (обычно это одно предложение). Во всех государствах формулы изобретений публикуются. Можно использовать поучительные примеры, широко известные из истории техники. Примером утверждения приоритета является история с телефоном. 14 февраля 1876 года американские инженеры Г. Белл и Э. Грэй подали в патентное ведомство США заявки. Но Г. Белл подал свою на час раньше, да и составил ее более квалифицированно. Он и был признан творцом телефона.

Сведения о научно-технических достижениях хранятся в патентных фондах, и копия каждого документа может быть представлена заинтересованному заказчику, осуществляющему патентный поиск.

Патентный поиск – поиск патентной документации. Он помогает изобретателю ответить на следующие вопросы:

- не повторяет ли изобретение уже сделанное;
- были ли ранее аналогичные решения, действуют ли патенты на них или утратили силу;
- когда, кем и какой документ (авторское свидетельство, патент, заявка и т. д.) закреплен за тем или иным техническим решением;
- каковы достижения в той или иной области техники.

Изобретения всех стран получают свой код согласно Международной патентной классификации (МПК).

Патент выдают на изобретения, промышленные образцы, товарные знаки и знаки обслуживания, отвечающие таким критериям патентоспособности, как:

- *новизна* — на момент регистрации изобретения информация о нем не опубликована в официальных источниках;
- *промышленная применимость* — изобретение должно быть пригодным к использованию при производстве изделий и технических объектов;
- *отличительность* — изобретение должно иметь хотя бы один признак, который отличает его от ранее известных решений, или при тех же признаках, что и аналоги, обеспечивать большую пользу.

К *полезным моделям* относится конструктивное выполнение средств производства и предметов потребления, а также их составных частей. В том случае, если модель является новой и промышленно применимой, ей предоставляется правовая охрана.

К *промышленным образцам* относится художественно-конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид. Если промышленный образец новый, оригинальный и промышленно применим, он обеспечивается правовой охраной.

Рационализация — это действия, направленные на то, чтобы усовершенствовать, сделать более разумными (целесообразными, эффективными, безопасными и т.п.) машину, способ или процесс.

Рационализаторским предложением является новое и полезное для конкретного предприятия, организации, учреждения или отрасли народного хозяйства страны техническое решение, предусматривающее изменение конструкции изделия, технологии производства, применяемой техники или материала. Рационализаторское предложение — посильное каждому техническое творческое решение («рацио» в переводе с латыни означает «разум»).

Если в специальном журнале или во время пребывания на производстве учащийся нашел техническое решение, которое не применялось, использовал идею по отношению к выпускаемой продукции, внедрил ее и получил положительный эффект — он сделал рационализаторское предложение.

Охраняются законом также образцы товарных знаков и знаков обслуживания, к которым относятся зарегистрированные обозначения, служащие для отличия однородной продукции разных производителей. Они не признаются изобретениями, но имеют право на патент.

В качестве товарных знаков могут быть зарегистрированы следующие обозначения:

- словесные (в виде слов или сочетания букв);
- изобразительные (в виде композиций линий, пятен, фигур);

- объемные (в виде фигур или композиций в трех измерениях);
- комбинированные;
- другие обозначения (звуковые, световые).

Права авторства охраняются бессрочно. Патентообладателю принадлежат исключительные права на использование охраняемых патентом изобретений, полезной модели или промышленного образца по своему усмотрению. Присвоение авторства влечет за собой ответственность по законам Российской Федерации.

Логические и эвристические методы решения задач

Решая любую задачу, человек может идти двумя путями:

- 1) применить известные типовые решения, общепринятые схемы – это исполнительский уровень;
- 2) изобрести (создать, спроектировать) новый своеобразный способ достижения цели – это творческий уровень.

Очевидно, что творческий процесс предполагает решение неординарных, не типовых, но творческих задач.

Творческую задачу можно определить как возникающую в любом виде деятельности или в повседневной жизни ситуацию, которая осознается человеком как проблема, требующая для своего решения поиска объективно или субъективно (для конкретного человека) новых, не известных ранее методов и приемов, создания какого-то нового принципа действия, технологии и т. п. Творческая задача всегда является результатом какого-то противоречия, несоответствия реального и требуемого, имеющегося и желаемого.

Все известные методы решения творческих задач по признаку преобладания в них интуитивных или логических процедур и соответствующих им правил деятельности условно можно разделить на две группы: логические и эвристические¹.

Логические (рациональные) методы – это методы, в которых преобладают логические правила анализа, сравнения, обобщения, классификации, индукции, дедукции и т. д. Данная группа методов основана на использовании оптимальной логики анализа технического или какого-либо другого совершенствуемого или исследуемого объекта. Эти методы применяются повсеместно в науке и в жизни, их преподают в школе. Наиболее ярким примером сферы применения логических методов является математика.

¹ *Эврика!* (от греч. *ευρεκα* – я нашел) – междометие, выражающее радость, удовлетворение по поводу пришедшей в голову удачной мысли, открытия. Согласно преданию восклицание Архимеда при открытии им основного закона гидростатики.

Эвристические (интуитивные, или иррациональные) методы – это система принципов и правил, которые задают наиболее вероятные стратегии и тактики деятельности человека, решающего творческую задачу. Они стимулируют интуитивное мышление, генерирование новых идей и на этой основе существенно повышают эффективность решения определенного класса творческих задач.

Методы эвристики начали разрабатываться сравнительно недавно и первоначально предназначались для решения чисто технических задач. Однако сегодня они находят применение в различных областях управления и бизнеса, в рекламе, дизайне, даже в искусстве, например при подготовке театральных постановок. Эвристические методы могут быть широко применены в практике современного руководителя любого ранга. Проведение совещаний, деловых игр с использованием данных методов открывает принципиально новые подходы к решению управленческих проблем, задач в области коммерческой деятельности, а также в сфере услуг.

Эвристические методы решения нестандартных задач представляют собой эффективные алгоритмы, которые позволяют рационализировать различные стороны поисковой деятельности. Эти методы опираются на активизацию творческой деятельности человека и развитие его творческих способностей на основе интуитивных процедур деятельности, фантазии, аналогий и др. В данную группу входят: метод «мозговой атаки», синектика, метод эвристических вопросов и др. Все эти методы достаточно хорошо разработаны и могут использоваться как отдельным специалистом, так и сформированным для этой цели обученным творческим коллективом.

В следующих параграфах вы познакомитесь с эвристическими методами решения творческих задач и, возможно, сумеете применить их как в работе над своим проектом, так и в будущей профессиональной деятельности.



Изобретение, патент, формула изобретения, критерии патентоспособности, товарный знак и знак обслуживания, полезная модель, промышленный образец, интеллектуальная собственность, рационализаторское предложение, логические и эвристические методы решения задач.



1. Что такое «патент»?
2. Выскажите свое понимание творчества и действий, составляющих творческий процесс.
3. Какие методы решения задач вы отнесете к группе логических? Когда и в чем вам приходилось применять их?
4. Кто может стать обладателем интеллектуальной собственности?

5. Попробуйте определить самостоятельно особенности и результаты художественного и научного творчества. В чем сложность оценки результатов творчества?

Практическая работа

1. Решите творческую задачу. Разработайте варианты товарного знака для предприятия, выпускающего любой выбранный вами объект. Товарный знак может представлять собой эмблему, состоящую из букв, слов, рисунков или их комбинации. Рисунок может определять характер деятельности фирмы, а слово — наименование продукции.

2. Протестируйте себя на креативность (способность к творчеству) с помощью предложенных ниже тестов.

Показатели креативности, используемые в тестах:

а) *продуктивность* (легкость или «беглость» генерирования идей, сюжетов, ассоциаций в заданиях открытого типа, в которых можно давать множество различных ответов) — измеряется общим числом сюжетов, идей разных категорий;

б) *гибкость* — измеряется числом сюжетов, идей разных категорий, взглядов на проблему;

в) *оригинальность* — определяется числом редко встречающихся ответов; например, критерием отнесения ответа к оригинальному может быть ответ, встречающийся не более чем у двух участников в группе из 10 человек.

Незавершенные фигуры (тест Торренса).

Дорисуйте фигуры, изображенные на рисунке ниже, до целой картинке, придумайте и напишите название. Можно нарисовать несколько картинок по каждой фигуре.



Решение необычных ситуаций (тест Торренса).

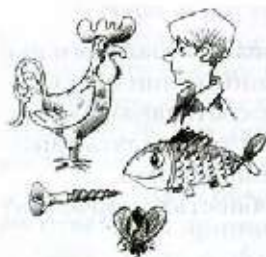
Придумайте и предложите письменное решение необычных ситуаций.

1. Что будет на Земле, если все люди станут легкими, как пушинки?

2. На Землю высадились несколько тысяч инопланетян, в том числе рядом с вашим домом. Что вы предпримете?

3. Что изменится в жизни людей, если все деревья будут расти горизонтально?

Сравните оригинальность и объем всех ответов в классе.



Рассказ по картинке (тест Торренса).

Для проведения данного теста необходимо сформировать группу из нескольких человек. Каждый берет себе по одной картинке и пробует рассказать о настоящем и будущем того предмета или человека, которые на ней изображены.

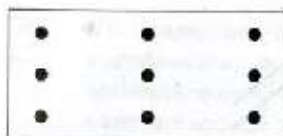
Сравните оригинальность и объем рассказа, т. е. силу и продуктивность творческого воображения.



Методика «Четыре скрепки» (тест О.И. Моткова).

Вам даны четыре скрепки. Попытайтесь составить из них различные фигуры, сюжеты. На листе бумаги зарисуйте (условно) каждую фигуру и подпишите ее придуманным вами названием. Общее время работы – 7 минут.

Определяются такие качества ума, как продуктивность, гибкость, оригинальность. Если вам удалось составить более двадцати сюжетов 10 различных типов, если среди них обнаружено несколько оригинальных фигур, то можно считать, что у вас очень хорошее воображение.



Методика «Девять точек» (тест Я.А. Пономарева).

Провести, не отрывая руки от листа, через все 9 точек 4 прямых отрезка. Не проводить дважды по одной линии!

Все записывают решения на своих листах бумаги и пытаются решить задачу, не советуясь друг с другом.

Хороший показатель интеллектуальной активности – если вы отказались от подсказок и не берете задачу для решения на дом. Лучший показатель креативности – самостоятельное решение этой задачи.

§2 Как ускорить процесс решения творческих задач



1. Как быстро и точно определить площадь страны по географической карте? Разбивать ее площадь на квадратики и подсчитывать их число — занятие долгое и утомительное...

2. — Там огонь!.. Он в полумиле от нас, и ветер несет его в нашу сторону со страшной быстротой... Берите-ка и выдерживайте эту сухую траву!

Старик пошел в противоположную сторону и, выбрав пуч самых сухих стеблей, положил их на полку своего ружья. Они мгновенно вспыхнули от искры...

— Теперь, — сказал старик, — вы увидите, как огонь дерется с огнем.

Прервем на этом отрывок из романа Фенимора Купера «Прерия» и предложим читателям исследовательские вопросы: Что сделали старик и его спутники дальше? Как именно «огонь дерется с огнем»?

Мозговая атака

Один из эффективных методов решения творческих задач — **прямая мозговая атака (МА)**, или **мозговой шторм**. Писатель Г. Кружков так пишет о методе МА: «Если у ученых дело окончательно зашло в тупик, собирают компанию умных людей и начинают... играть в „чепуху“ т. е. начинают вслух выдвигать разные идеи, какие кому в голову взбредут, — даже самые фантастические. Например, нужно построить небывалых размеров купол над стадионом. Один говорит: „Насыпать гору, покрыть ее асфальтом, а потом гору выскрести из-под асфальта“. Второй: „Вырыть яму и вывернуть ее наизнанку“. Третий: „Поймать миллион пауков и заставить их сплести купол из паутины“. Четвертый: „Натянуть огромное полотнище, а потом намочить и заморозить“ и т. д. А магнитофон крутится и записывает всю эту чепуху на пленку. Потом ученые эту пленку внимательно прослушивают. Среди вороха бредовых идей очень часто оказывается именно та неожиданная, по первая идея, которую раньше никак не могли найти».

Суть метода заключается в следующем психологическом эффекте. Если взять группу из 5–8 человек и каждому предложить независимо от других индивидуально высказать идеи и предложения по решению поставленной изобретательской или рационализаторской задачи, то в сумме получим идей меньше, чем если предложить этой группе коллективно высказать идеи по этой же задаче.

Во время сеанса МА происходит как бы цепная реакция идей, приводящая к интеллектуальному взрыву (озарению). В одном из американских руководств по методу МА говорится: «99 % ваших конструктивных идей возникает подобно электрической искре при „контакте“ с мыслями других людей».

Популярные телепередачи «Что? Где? Когда?», «Брейн-ринг» — это примеры МА, только участники встречи после обсуждения выдвигают одну версию из нескольких.

Цель метода МА — стимулировать всех участников обсуждения к быстрому генерированию большого числа идей.

Для устранения психологических препятствий, вызываемых боязнью критики, американец А. Осборн предложил разделить во времени генерирование идей и их критическую оценку. В каждой процедуре участвуют разные люди. Эта идея стала основой его метода, впоследствии названного *прямым мозговым штурмом*.

Задача «штурмуется» в течение 20–40 минут. Вторая группа — «эксперты» — по окончании штурма выносит суждение о ценности выдвинутых идей. В ее составе лучше работают люди с аналитическим, критическим складом ума.

Условия задачи перед ее штурмом формулируются только в самых общих чертах.

При генерации идей запрещена всякая критика, не только явная словесная, но и скрытая — в виде скептических улыбок, мимики, жестов. В ходе штурма между участниками должны быть установлены свободные и доброжелательные отношения. Надо, чтобы идея, выдвинутая одним участником штурма, подхватывалась и развивалась другими. Рекомендуется приглашать на штурм людей разных специальностей и разного уровня образования.

Нежелательно включать в одну группу людей, присутствие которых может в какой-то степени стеснять других, например руководителей и подчиненных.

Опыт использования МА показывает, что генерации идей способствуют такие приемы, как *аналогия* (сделай так, как это делалось при решении другой задачи), *инверсия* (сделай наоборот), *фантазия* (предложи нечто неосуществимое), *эмпатия* (считай себя частью совершенствуемого объекта и выясни при этом свои чувства, ощущения) и пр.

Универсальность метода МА позволяет рассматривать любую проблему или любое затруднение, в какой бы сфере человеческой деятельности они ни возникли. Это могут быть задачи из области организации производства, сферы обслуживания, бизнеса, экономики, социологии, уголовного розыска, военных операций, если они достаточно просто и ясно сформулированы.

Практическая работа

1. Выделите из состава класса группы генераторов идей и аналитиков (по 6–8 человек), используя приведенные ниже тексты.

2. Решите предложенные ниже задачи или другие, поставленные учителем, проблемы методом МА. Проанализируйте полученные результаты.

Тесты для отбора в группу генераторов идей

Тест на оригинальность.

Вдалеке от всех космических трасс лежала маленькая угасающая звездная система. Но вот возникла потребность в создании новой трассы, проходящей через эту систему. Для создания космической базы на единственную планету этой системы был послан автоматический разведчик. Видеокамеры показали мрачный безжизненный ландшафт. На каменной поверхности беспорядочно разбросаны овалы камешки, сглаженные частыми ураганами. Во время начавшегося урагана связь с разведчиком пропадает. На планету высылается пилотируемый транспортный корабль с модулем станции. На корабле также имеется научно-исследовательская лаборатория для подробного изучения планеты. Посадка прошла благополучно. Недалеко были обнаружены резиновые амортизаторы и керамические фрагменты двигателей и электроники — остатки автоматического разведчика. Экипаж начинает запланированную работу, когда орбитальный метеозонд сообщает о надвигающемся урагане. Во время урагана связь с Землей нарушается. На Земле в центре космических исследований начинают волноваться. В это время связь возобновляется на несколько секунд и капитан корабля успевает лишь прокричать: «Никогда не приземляйтесь на эту планету, не изучив историю ее...» Больше корабль на связь не выходил...

Предложите окончание этого рассказа (или перечислите всевозможные последствия данной ситуации).

Тесты на семантическую¹ (понятийную) гибкость.

- Дано пять объектов: авторучка, огурец, шарик, карманные часы, лампочка, но только с помощью одного из них можно разжечь огонь. Как?
- Даны два предмета: авторучка и палочка. Необходимо соединить их так, чтобы получился полезный третий предмет.

Тест на образную адаптивную² гибкость.

Из шести целых спичек сложите 4 равносторонних треугольника, при этом каждая сторона должна равняться длине спички.

Тест на семантическую спонтанную³ гибкость.

- Предложить всевозможные способы применения обычных вещей: ластик, ручка, ложка, банка и пр.
- Перечислить как можно больше объектов, принадлежащих к классу канцелярских принадлежностей, к столовой посуде.

¹ *Семантический* — здесь: устанавливающий отношения между словом и понятием.

² *Адаптивный* — здесь: приспособляющийся к разным условиям.

³ *Спонтанный* — здесь: внутренне подготовленный к ответу без раздумий.

Тесты для отбора в группу аналитиков

- Человек наклонился над водой и рассматривает свое отражение. Задайте по этой картине как можно больше вопросов. Придумайте как можно больше причин этого действия. Перечислите все его возможные последствия.
- Предложите способы изменения (модернизации) игрушек: куклы Барби, солдатиков.
- Задайте как можно больше вопросов о радио (или другом предмете).
- Представьте, что к облакам привязаны веревки, спускающиеся до земли. Что из этого может получиться?

Задачи для группы генераторов идей

1. Служащие в новом здании фирмы стали все чаще жаловаться на плохую работу лифтов, особенно в часы пик: долгое томительное ожидание, нарастающее раздражение. Перед руководством фирмы встала проблема — либо увеличить число лифтов, либо заменить лифты на скоростные, либо установить компьютерный центр, который следил бы за работой лифтов. Все это было слишком дорого, поэтому пригласили консультантов по творческому решению задач. Как разрешить эту проблему простыми средствами?

2. Предложите как можно больше различных способов крепления на классной доске схем, выполненных на плотной бумаге.

3. В стоге сена надо найти иголку. Предложите свой способ поиска.

4. Для спасения летчика, спустившегося на парашюте в море, разработан специальный надувной плотик. Плотик имеет герметичный отсек для запаса питьевой воды, застегивающийся на водонепроницаемую молнию. Плотик практически непотопляем при любом шторме. Однако при испытаниях у плотика выявился существенный недостаток: во время шторма он переворачивался. Как устранить этот недостаток? Увеличить вес можно не более чем на 3–5 кг.

Метод обратной мозговой атаки



1. *Задача «Скрытые свойства объекта».*

Какими скрытыми и явными свойствами обладает бумага? Составить список свойств, проанализировать на предмет полноты и оригинальности.

Пример: скрытые и явные свойства обычной спички.

Явные свойства — создание пламени, температуры, наличие геометрических размеров. Скрытые свойства — плавучесть, лавитость, изменение цвета и веса при горении.

2. Задача «Юный аналитик».

<http://kurokam.ru>

Дана ситуация и нереальная идея, поданная на этапе генерации.

Ситуация. Для приготовления бумаги нужна деревянная щела. Чтобы ее приготовить, берут дерево, отделяют нижнюю часть ствола и с этой части на специальных станках снимают кору. Древесину потом измельчают. Конечно, законнее было бы использовать для приготовления щелы не нижнюю часть ствола, а верхнюю, где сучья и ветки. Но сучья и ветки — кривые, неровные, а машины, которые могли бы сдирать с них кору, пока не существует. Необходимо предложить новый, универсальный принцип очистки коры от древесины.

Идея. Предложено воздействовать на микроорганизмы, живущие между корой и древесиной, реагентами, вызывающими их усиленный рост. Увеличение объема микроорганизмов позволит отделить кору от древесины изнутри.

Необходимо проанализировать предложенную идею и найти в ней рациональную основу.

Важная черта новатора, изобретателя — видение окружающего мира в ключе его совершенствования, отрешение от «привыкания» к недостаткам. Этому способствует рассматриваемый метод, привлекающий при поиске оптимальных решений анализ и синтез.

Суть метода обратной МА: поиск недостатков — ключ к совершенству. То есть цель метода заключается в выявлении всевозможных недостатков рассматриваемого объекта, на который обрушивается ничем не ограниченная критика.

Разновидность обратной МА — «диверсионный» метод, который помогает обнаружить скрытые задачи.

Вот новая машина. Допустим, мы не можем ее улучшить. А ухудшить можно? Давайте представим, как ее сломать. Что нужно испортить при изготовлении, чтобы получился брак? Или как испортить ее, чтобы никто этого не заметил, чтобы она сломалась уже на объекте, а к нам нельзя было предъявить никаких претензий? Если такое диверсионное задание можно выполнить, значит, нужно найти контрмеры: как предотвратить поломку машины, навсегда избавиться от дефекта.

Пример. Американцы при создании новой военной техники организуют так называемые группы противодействия. Такая группа, составленная из лучших специалистов, получает все данные по новому оружию, и ее задача — придумать, как с ним бороться, как защищаться. Результаты работы группы противодействия пе-



редают разработчикам нового оружия, чтобы сразу принять меры. Потом цикл повторяется.

Теперь становится очевидным, что обратная МА преследует цель поиска и устранения возможных недостатков. Если выразить смысл метода в шутиливой форме, то нужно, чтобы большая группа людей с «мухоморным» характером да еще в плохом расположении духа пыталась доказать, что в машине, процессе, конструкции есть недостатки, слабые узлы, звенья.

Метод имеет, однако, ограниченные возможности применения. Обратная МА исключает управление поиском. Метод помогает преодолеть психологическую инерцию (привычный ход мышления, опирающийся на прошлое знание об объекте), сдвинуть мысль с «мертвой точки».

Практическая работа

1. Одна из зарубежных фирм, выпускавшая ножи для очистки картофеля, начала испытывать трудности со сбытом продукции. Ножи делались из прочной стали, были красивыми, с удобной пластмассовой ручкой и быстро завоевывали популярность. Но через несколько лет спрос резко упал: ножи не ломались, медленно стачивались, а значит, домохозяйкам новые ножи не требовались. Фирма, не желая терпеть убытки, обратилась к специалистам по творческому решению задач: как повысить спрос на эти ножи, не снижая качества и без затрат на дополнительную рекламу? Предложите свой способ решения, желательно — бесплатный.

2. На производстве существуют большие механические ножи для разрезания различных материалов. Беда, если рабочий заезвается или поправит рукой материал во время опускания ножа! Конечно, рабочий знает, что этого делать нельзя, но, если он работает 10 лет и каждые две минуты включает нож, неужели он ни разу не ошибется? Чтобы избежать травмы, в конструкцию машины вводят штанги, отталкивающие руку, или опускающиеся решетки. Но согласитесь, что получить удар железной штангой или решеткой по руке тоже неприятно. Нет ли лучшего решения?

3. Деловая игра. В учебных мастерских вашей школы ребята изготавливают различные изделия. Выберите какие-то конкретные изделия и с помощью метода обратной МА исследуйте их с целью совершенствования, улучшения эксплуатационных качеств, дизайнерской проработки и т. д.

Метод контрольных вопросов



1. Человек сидел в комнате и трясся от страха. Вдруг он вскочил и побежал, громко крича... Объясните поведение человека.
2. На подоконнике 9-го этажа двое целуются... Кто это?
3. Стоит «это». Идет мимо «этого» старуха и говорит: «Баба Яга». Идет солдат, посмотрел на «это» и говорит: «Наполеон». Идет девушка, посмотрела и говорит: «Василиса Прекрасная». Что это такое?
4. Интервью с близнецами: «Вы братья?» — «Да!» — «Родились в один день?» — «Да!» — «Вы двойняшки?» — «Нет». — «Почему?»

Древнегреческий философ Сократ в диалоге так искусно мог задавать вопросы, что его собеседнику ничего не оставалось, как, отвечая на них, приходить к истине. Быть может, отсутствие у каждого изобретателя своего Сократа и побудило психологов изобрести **метод контрольных вопросов**, который позволяет более целеустремленно вести поиск решения задачи.

Суть метода состоит в использовании при поиске решений творческих задач списка специально подготовленных вопросов. Изобретатель, отвечая на вопросы, анализирует свою задачу.

Благодаря данному методу осознание проблемы идет более целенаправленно, системно. Списки вопросов можно применять при проведении МА для активизации генерирования идей, для формулировки ответов.

В практике изобретательской деятельности широкое распространение получили универсальные вопросники, составленные А. Осборном, Т. Эйлоаргом, Д. Пирсоном, Д. Пойа, Г.Я. Бушем и другими учеными — исследователями творчества. Эти вопросники — своего рода шпаргалки для изобретателя, путеводные нити для его мысли.

Познакомьтесь, к примеру, со *списком контрольных вопросов А. Осборна*:

1. Какое новое применение технического объекта можно предложить? Возможны ли новые способы применения? Как модифицировать известные способы применения?

2. Возможно ли решение изобретательской задачи путем приспособления, упрощения, сокращения? Что напоминает данный технический объект? Вызывает ли аналогия новую идею? Имелись ли в прошлом аналогичные проблемные ситуации, которые можно использовать? Что можно копировать? Какой технический объект нужно опережать?

3. Какие модификации технического объекта возможны? Присмысла ли модификация путем вращения, изгиба, скручивания, поворота? Какие изменения назначения (функции), движения, цвета, запаха, формы, очертаний можно применить? Другие возможные изменения?

4. Что можно увеличить в техническом объекте? Что можно присоединить? Возможно ли увеличение срока службы, воздействия? Имеет ли смысл увеличить частоту, размеры, прочность, повысить качество? Можно ли продублировать объект? Возможны ли мультипликация рабочих органов, позиций или других элементов? Целесообразно ли преувеличение, гиперболизация элементов или всего объекта?

5. Что можно в техническом объекте уменьшить или заменить? Можно ли что-нибудь уплотнить, сжать, сгустить, сконденсировать, применить способ миниатюризации, укоротить, сузить, отделить, раздробить, приумножить?

6. Что в техническом объекте можно заменить? Что и сколько можно замещать в нем: использовать другой ингредиент, другой материал, другой процесс, другой источник энергии, другое расположение, другие цвет, звук, освещение?

7. Что можно преобразовать в техническом объекте? Какие компоненты допустимо заменить? Можно ли изменить модель, разбивку, разметку, планировку, последовательность операций? Можно ли поменять причину и эффект, изменить скорость или темп, режим?

8. Что можно в техническом объекте сделать наоборот? Нельзя ли поменять местами противоположно размещенные элементы или повернуть их задом наперед, низом вверх? Нельзя ли поменять полярность, перевернуть зажимы?

9. Какие новые комбинации элементов технического объекта возможны? Можно ли создать смесь, сплав, новый ассортимент, состав? Можно ли комбинировать секции, узлы, блоки, агрегаты, цепи? Можно ли комбинировать признаки, идеи?

Практическая работа

1. В одном проектно-институте был несгораемый шкаф с чрезвычайно важными секретными чертежами. Не надеясь на обычный замок, инженеры решили сконструировать для шкафа новый замок, который должен охранять содержимое даже в следующих экстремальных случаях:

- если кто-нибудь применит самую усовершенствованную отмычку;
- если ключ подменят, украдут или сделают слепок;
- если забылся секрет замка, например шифр;
- если кто-нибудь из сотрудников без ведома начальника захочет самовольно взять чертежи.

Предложите идею такого замка.

2. Известны способы сигнализации о пожаре в производственных помещениях в виде подачи звуковых сигналов. Но в крупных цехах с вы-

соким уровнем шума и световыми бликами от электросварки звуковой сигнал может быть не услышан, а световой — не увиден. Предложите надежный способ сигнализации (обесточивать нельзя!).

3. Железорудный концентрат, перевозимый на судах с непригодными для этого специальными трюмами, даже при незначительной качке ведет себя, как жидкость. Такая масса при кренах «перетекает» от одного борта к другому, создавая угрозу опасного крена и потопления судна. Предложите варианты устранения этого недостатка.

Синектика



1. Весы уравновесили, причем в качестве разновесов оказались зирьки, резинки, спички, пластилин, свеча, вата, соль, песок. Какой предмет способен через некоторое время вывести весы из равновесия?

2. Герои одного фантастического рассказа берут в полет вместо тысяч необходимых запчастей синтезатор-машину, умеющую делать все. При посадке на другую планету корабль повреждается. Нужны 10 одинаковых деталей для ремонта. Тут выясняется, что синтезатор делает все, но в одном экземпляре. Как быть?

В середине 50-х годов Уильямом Гордоном (США) был предложен новый метод поиска творческих решений — **синектика**. В переводе с греческого это слово означает «совмещение разнородных элементов».

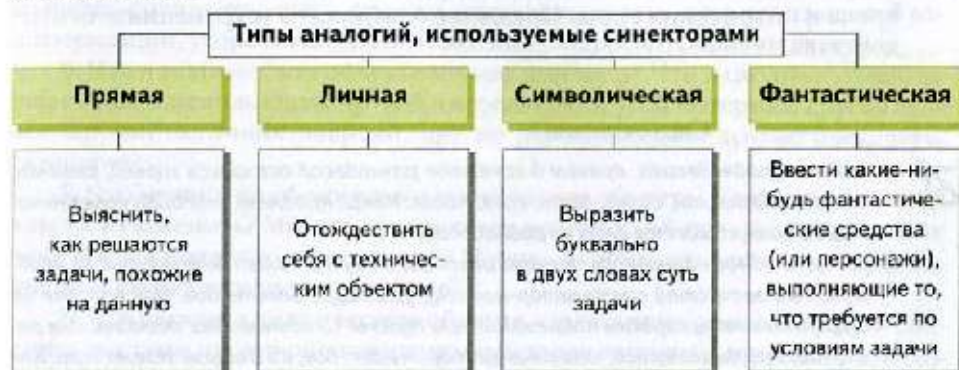
В основу синектики положен мозговой штурм. Но для реализации метода синектики формируют постоянные группы людей (оптимальный состав — 5–7 человек) различных специальностей с обязательным предварительным обучением.

Перечислим необходимые *качества синектора*: умение абстрагироваться, мысленно отделяться от предмета обсуждения; богатая фантазия; способность переключаться, отходить от навязчивых идей; привычка находить необычное в обычном и в необычном обычное; ассоциативное мышление; терпимое отношение к идеям, высказанным товарищами; эрудиция, широкий кругозор.

Синекторы в своей работе используют аналогии (см. схему). *Аналогия* — сходство, соответствие двух предметов (явлений) в каких-то свойствах или отношениях. В математике по аналогии доказывается, например, подобие треугольников, углов, в физике строение атома представлено по аналогии со строением Солнечной системы, в технике многие объекты построены по аналогии с биологическими объектами. Умелое использование аналогий позволяет охватить громадное количество объектов, сравнить их с исследуемыми, найти нечто сходное и использовать в решении задач.

Суть метода — нахождение близкого по сущности решения путем последовательного нахождения аналогов (подобий) в различных областях знаний или исследование действия (поведения) объекта в измененных условиях, вплоть до фантастических.

Таким образом, *синектика* — это мозговой шторм, проводимый с использованием аналогий. Типы аналогий и действия синектора представим схематически.



Прямая аналогия. Рассматриваемый объект (процесс) сравнивается с аналогичным из другой области техники или из живой природы для нахождения образца решения.

Например, дана задача: по трубопроводу движется смесь частиц железной руды с водой — пульпа. Заслонка, регулирующая этот поток, очень быстро стирается, и для ее замены приходится останавливать процесс. Как сделать заслонку долговременной?

Синектическая группа в своих поисках рассмотрит, как защищаются от воздействия внешней среды стебли растений, в частности стволы деревьев; как устроены пищеводы животных, питающихся «колючей» пищей, и т. д. Что-то похожее можно применить и для предохранения заслонки от трения и стирания.

Личная аналогия (эмпатия). Синектор представляет себя техническим объектом (например, самолетом, луноходом) и пытается осознать, как бы он действовал в данных обстоятельствах. Так актеры «погружаются» в образ своего героя, живут его чувствами, мыслями, ощущениями.

Представив себя заслонкой, мы сначала стали бы уворачиваться от ударов, а потом взяли бы в руки щит, чтобы отталкивать частицы руды. В этом образе и заключен ключ к решению. В реальной практике заслонку намагнитили, и она, как броней, покрылась частицами руды. Этот слой постоянно стирался, но вновь возникал, так как унесенные пульпой частицы руды заменялись новыми, улавливаемыми магнитным полем заслонки.

Символическая аналогия. Требуется в парадоксальной, метафорической форме определить объект (понятие), высветив его суть. Определение должно состоять из двух слов (обычно это прилагательное и существительное), где одно слово противоречит по содержанию другому, т. е. связь между словами должна содержать в себе нечто неожиданное, удивительное (см. таблицу).



<i>Определяемое понятие</i>	<i>Определение</i>
Сигарета	Твердый дым
Вентилятор	Жесткий ветер, настольный сквозняк, застывший вихрь
Раствор	Взвешенная неразбериха
Книга	Молчаливый рассказчик, диалог наедине
Пламя	Видимая теплота
Облако	Легкая тяжесть, воздушная вода, непрозрачная пустота
Прочность	Принудительная целостность

Так, для предотвращения износа заслонки от пульпы в процессе поиска образной характеристики защиты процесса были предложены такие метафоры: живая броня, невидимая кольчуга, отрастающий панцирь. Последняя аналогия подсказала техническое решение: подавать к заслонке охлаждающий агент, чтобы защитить ее слоем нарастающего льда.

Фантастическая аналогия. Нужно представить изменяемый объект таким, каким бы мы хотели его видеть в идеальном случае, без учета существующих ограничений и возможностей (наличия источников энергии, необходимых условий, физических законов и т. п.). После формулировки фантастической аналогии необходимо выяснить, что мешает перенести найденное решение в реальные условия, и попробовать обойти эту помеху.

П р и м е р ы. Известный астроном И. Кеплер, открывший законы движения планет, уподоблял притяжение небесных тел взаимной любви. Солнце,

планеты и звезды он сравнивал с различными обликами Бога. Эти сопоставления привели Кеплера к идее ввести понятие силы (гравитации) в астрономию.

В XVII веке движение крови в организме сравнивали с морскими приливами и отливами. Английский врач и физиолог У. Гарвей ввел новую аналогию — насос — и пришел к фундаментальной идее непрерывной циркуляции крови.

Практическая работа

1. Конкурс «Генераторы идей».

- Класс разделяется на группы по 4–5 человек. Каждая группа в течение 5 минут должна придумать и записать наибольшее число символических аналогий для одного из предметов (доска, часы, книга, карта, окно).
- Каждая группа в течение 5–7 минут должна найти и записать наибольшее число примеров использования аналогии в технике.

2. Задача «Балласт».

В условиях Сибири железнодорожная насыпь укладывается на грунт с вечной мерзлотой. Летом верхний слой грунта (40–50 см) оттаивает. Во время осенних дождей насыпь полностью пропитывается влагой. В европейской части страны, где нет вечной мерзлоты, большая часть влаги из насыпи уходит в грунт, в насыпи остается лишь незначительная ее часть. В условиях Сибири влаги уходить некуда, и она остается в насыпи. Зимой, с наступлением морозов, влага замерзает, расширяется в объеме и вспучивает железнодорожное полотно. Нарушается нормальное функционирование железной дороги. Как быть?

Ответ найдите с помощью приема «личная аналогия» (представьте себя грунтом насыпи).

3. Дано несколько предметов: карандаш, утюг, стул, электрическая плитка, кафель. Составьте список функций, которые эти предметы выполняют. Против каждой функции в составленном списке впишите предметы (аналоги), выполняющие такие же функции. Например (см. таблицу):

Предмет	Функция	Аналог
Болчок	Вращение	Гироскоп
Парус	Перемещать предметы за счет внешнего воздействия среды	Турбинная лопатка

4. Рассмотрите объекты (лист белой бумаги, розетка, стакан, аудиокассета) с точки зрения представителей разных профессий. Например, стакан глазами водолаза.



Мозговой штурм, генераторы идей, аналогия, инверсия, фантазия, эмпатия; «диверсионный метод», обратная мозговая атака, метод контрольных вопросов, синектика, синектор.



1. В чем суть метода прямой мозговой атаки?
2. Для решения какого рода задач используют мозговую атаку?
3. Каковы суть и цель метода обратной мозговой атаки?
4. При решении каких задач используют обратную мозговую атаку?
5. Изложите суть метода контрольных вопросов. Как он сочетается с методом мозгового штурма?
6. Что такое аналогия и как ее применяют при решении задач методом синектики?
7. В чем отличие метода синектики от МА?
8. Дайте определение синектики как метода поиска решений творческих задач.
9. Раскройте технологию и этапы решения задачи методом синектики.



Как найти оптимальный вариант



1. Какие часы показывают время абсолютно точно два раза в сутки?
2. Лесорубы распиливают бревна на метровые отрезки — кряжи. Отпиливание одного такого кряжа занимает одну минуту. За сколько минут они распилят бревно длиной 5 м?
3. В юношеской библиотеке полмиллиона книг и 50 тыс. читателей. Для библиотеки построено новое здание. Как перевезти с наименьшими затратами?

Морфологический анализ

Многим изобретателям приходила на ум заманчивая идея: а нельзя ли получить для каждой задачи список всех возможных вариантов решения? Ведь имея такой перечень, не рискуешь что-либо упустить.

В 1942 году швейцарский астроном Ф. Цвикки предложил метод поиска решений технических задач, названный им **морфологическим (типологическим) анализом** (*морфологический* — касающийся внешнего вида или строения, т. е. формы). С помощью этого метода за короткое время ему удалось получить значительное количество оригинальных технических решений в ракетостроении, чем он очень удивил ведущих специалистов и руководителей своей фирмы.

Суть метода – выявление нескольких морфологических (типовых, видовых, отличительных) признаков (параметров), значимых для решаемой задачи, и составление всех возможных сочетаний этих признаков.

Признаки можно расположить в форме таблицы, называемой *морфологическим ящиком (матрицей)*. Это позволяет лучше представить себе поисковое поле решения задачи.

В результате направленного и системного анализа генерируется новая информация, которая при простом переборе вариантов ускользает от внимания.

Пример. Решение задачи выбора профессии (или специальности) после окончания школы методом морфологического анализа. Допустим, ученика интересуют три профессии: 1) инженер-авиаконструктор; 2) наладчик станков; 3) водитель грузовика на междугородных рейсах. Эти номера вариантов профессий запишем в морфологическую матрицу (см. таблицу). В каждой профессии есть свои достоинства и недостатки. Какую из них выбрать?

Для решения задачи выберем наиболее значимые (для данного ученика) параметры и запишем их в морфологическую матрицу. Мы выбрали пять параметров, но их число может быть намного больше.

Морфологическая матрица

Наиболее значимые параметры	Значимость параметра, балл	Варианты профессий		
		1	2	3
1. Зарплата	100	80	95	100
2. Престижность	90	85	80	60
3. Возможность заниматься самостоятельной творческой деятельностью	100	100	70	30
4. Режим работы	80	60	60	80
5. Возможность смены мест, путешествия	50	20	30	50
<i>Итого</i>		345	335	320

Во второй колонке запишем шкалу значимости (балл), по которой будем оценивать параметры. Необходимо отметить, что каждый из приведенных в примере параметров имеет разную значимость для разных людей. Поэтому при самостоятельном заполнении таблицы значения параметров будут различными.

В нашем примере наиболее значимый параметр — величина зарплаты, на втором месте — престижность и на третьем — возможность заниматься творческой работой. Остальные параметры оцениваются по более низким шкалам.

В пределах выбранных шкал экспертно оцениваем все три профессии. В результате сложения суммы экспертных оценок по всем параметрам определяем, что наиболее предпочтительной является профессия инженера-авиаконструктора.

Применение. Морфологический анализ можно использовать для составления списка всех возможных вариантов решения задачи, для сравнения или выбора одного из многих возможных решений технических, организационных и прочих задач.

Недостаток метода — обилие вариантов, из которых трудно выбрать наилучший. Кроме этого, морфологический анализ не позволяет определить, все ли возможные варианты рассмотрены.

Морфологические матрицы. Морфологический анализ позволяет создавать конструкции новых устройств, обладающих требуемыми качествами. В наиболее простом случае для этого составляется двумерная (содержащая две оси или два главных показателя) матрица. По обеим осям записываются все возможные варианты решения задачи для заданных показателей (характеристик). Затем рассматриваются все возможные сочетания вариантов по каждой оси.

Например, требуется придумать оригинальную конструкцию корпуса электронных часов. В качестве заданных показателей выберем *форму корпуса часов* и *материал циферблата*. Составим двумерную матрицу на этот объект (см. таблицу).

При заполнении осей матрицы необходимо вводить не только известные показатели, но и новые, неожиданные, пока не существующие.

Рассмотрев все варианты с циферблатом из оргстекла, переходим последовательно к циферблату из кварца, цветного стекла и т. д. Получив все возможные сочетания материалов циферблата со всеми разновидностями формы корпуса часов, оцениваем результаты. Из рассмотренной двумерной матрицы можно получить $7 \times 7 = 49$ моделей корпусов электронных часов (7 разновидностей материала циферблата, 7 форм корпуса часов). Оценка моделей и выбор наиболее оригинальной из них проводится экспертно.

В двумерной матрице можно рассмотреть и учесть только две главные характеристики объекта. Сложные объекты обычно выполняют несколько функций и характеризуются многими (до десятков) параметрами. Для анализа таких сложных объектов составляются многомерные морфологические матрицы.