

Значение противоречий в техническом творчестве

© В.В. Бушуева, Н.Н. Бушуев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Обоснована актуальность анализа противоречий в техническом творчестве при разработке и совершенствовании технических систем. Показано, что при улучшении одних характеристик функционирования технической системы отмечается ухудшение других ее показателей. Такое единство противоположностей выражает закон развития, совершенствования любой технической системы. Подчеркнуто, что процесс разрешения противоречий может осуществляться как в качественном, так и в количественном направлении. Отмечено, что количественные изменения технических систем не менее значимы, чем качественные. Процесс количественного совершенствования технической системы имеет определенный предел. Необходим переход к новому принципу действия в технической системе. Принцип действия — важнейший показатель в технике, осуществляющийся в научно-техническом творчестве. Выделено значение показателей совершенствования технических систем, имеющих в патентном фонде. Указана их связь с различными формами разрешения противоречий. Показано, что методология разрешения противоречий в отечественной практике значительно отличается от методологии в зарубежной практике. Это является определенной новизной данной работы. Приведены рекомендации для дальнейшего исследования разрешения противоречий в технических системах.

Ключевые слова: *техническое противоречие, техническое творчество, техническая система, качественные и количественные изменения, принцип действия, патентный фонд, методология разрешения противоречий*

В современной научной литературе понятие «техническое творчество» употребляется, только когда речь идет о разработке технических систем. В остальных случаях используется термин «инженерное творчество», который значительно шире, так как включает в себя и другие виды работ. Но центральное звено деятельности инженера — создание, совершенствование, развитие технических средств, технологий, разработка новых технических идей и решений. Техническое творчество является исторически первым видом творчества и считается источником, основой других видов деятельности.

Необходимо отметить, что часто теоретический уровень технического творчества отождествляется с научно-техническим творчеством. Такой подход неприемлем. Нельзя смешивать научное, техническое и научно-техническое творчество. Это самостоятельные виды деятельности, и каждый из них требует применения различных процедур и методологий. Научные теории невозможно напрямую исполь-

зовать в технике, существует лишь абстрактная возможность их практического применения. Поэтому необходима иная логическая схема научной информации, где были бы выделены принципы, имеющие практическую направленность, дана расшифровка законов науки с позиций применения в технике, т. е. разработана техническая идея, а это уже самостоятельный, очень сложный процесс, который выражается в научно-техническом творчестве. В нем в определенной степени совмещаются процедуры научного и технического творчества. Благодаря их взаимодействию и интеграции появляются цели, форма деятельности, результаты, определяющие техническую идею. Таким образом, в технике реализуется не научная, а техническая идея, и между ними лежит ряд промежуточных звеньев, где требуется очень высокий уровень квалификации и творчества [1].

В процессе технического творчества при разработке, совершенствовании технических систем постоянно возникают противоречия, которые проявляются как ухудшение одного или нескольких свойств технической системы при улучшении тех или иных ее характеристик. Функционально значимые характеристики конструкции в процессе ее совершенствования не соответствуют друг другу, т. е. при улучшении одних свойств системы ухудшаются другие. Например, замена двигателя на более мощный дает выигрыш в скорости, но утяжеляет конструкцию, увеличивает потребность в горючем и т. д. Такое положение наблюдается в любой технической системе при ее совершенствовании. Иными словами, возникает единство положительного и нежелательного эффектов, вызванных процессами совершенствования в технической системе. Нет ни одного технического новшества, введение которого не повлекло бы за собой не только положительные, но и нежелательные эффекты. Такое единство улучшения и ухудшения сторон технической системы, положительного и нежелательного эффектов, обусловленное процессом совершенствования части или всей технической системы, называется *техническим противоречием* [2].

Понятие технического противоречия очень важно для направления поиска новых технических разработок, решения творческих технических задач, т. е. для технического творчества. Техническое противоречие — необходимый фактор выявления недостатков, мешающих функционированию улучшаемой технической системы. Оно может быть малозаметным, если положительный эффект при совершенствовании данной системы значительно превышает нежелательный. Но когда характеристики ухудшения работы технической системы начинают приближаться к границам допустимых значений, техническое противоречие обостряется. Его разрешение означает перевод технической системы в такое состояние, при котором ухудшение одной из ее сторон, связанное с данным противоречием, переста-

ет быть недопустимым, угрожающим. Поскольку понятие «ухудшение стороны» технической системы зависит от окружающей системы, от критериев ее оценки, разрешить техническое противоречие можно как за счет изменения ее внутреннего функционирования при неизменных внешних связях и оценках, так и за счет внешних изменений. При устранении данного обострения стороны технической системы, составляющие противоречие, либо остаются противоположностями, либо перестают быть ими. В последнем случае можно сказать, что данное техническое противоречие устранено полностью. Однако технических систем без противоречий не бывает: вместо устраненного возникает другое, которое должно быть, хотя бы вначале, необостренным. В противоположном случае устранение исходного технического противоречия нельзя считать приемлемым.

Вышеизложенные положения наглядно иллюстрируются на графике качественных и количественных изменений при совершенствовании технических систем. Здесь противоречия рождаются вместе с созданием системы и трансформируются или исчезают только при качественном изменении этой системы, причем главные противоречия связаны с изменением принципа действия системы. Например, самолетный принцип действия приводит к необходимости разбега при взлете и пробеге при посадке. Это порождает техническое противоречие между летными и взлетно-посадочными качествами самолета. Процесс разрешения данного противоречия привел к массе изобретений: от механизации крыла до создания гибридных аппаратов с вертикальным взлетом и посадкой. И именно здесь техническое противоречие является источником развития технической системы.

Качественные и количественные процессы совершенствования технических систем связаны между собой. Но количественные изменения отдельного технического устройства имеют определенный предел. Конструкцию в рамках данного принципа действия нельзя бесконечно совершенствовать. Необходим процесс поиска нового принципа действия: после периода резкого замедления совершенствования требуется переход к новой технической конструкции, т. е. к качественным изменениям (рисунок).

Итак, техническое противоречие разрешается на стадии качественных изменений любого технического устройства и связано с изменением принципа действия. Это центральное понятие в технике. В его основе лежит использование определенной природной закономерности, которая выступает в конкретном виде в тех или иных технических конструкциях. Например, третий закон Ньютона является принципом действия работы реактивного двигателя. Таким образом, развитие технической системы происходит в двух направлениях: качественном (изменение принципа действия, функциональных пара-

метров) и количественном (совершенствование формы, взаимодействия, структуры, эстетичности и т. д.).



Процесс совершенствования технической системы:

1 — медленный рост совершенствования системы; 2 — быстрое развитие; 3 — резкое замедление совершенствования, стабилизация [3]

Существует три уровня: отдельное техническое средство, отрасль техники, совокупная техника. Закономерности каждого из них, качественные и количественные изменения, принципы разрешения противоречий имеют свою специфику. В настоящей статье рассматривается процесс разрешения противоречий и совершенствования отдельного технического средства, которое является первичным элементом двух других уровней техники. Ему свойственны все признаки техники, т. е. оно вещественно, искусственно создано, воплощает определенную природную закономерность, является проводником взаимосвязи человека с природой.

Как известно, результаты технического творчества зафиксированы в патентном фонде. Патентные организации ориентированы и на качественные, и на количественные изменения. Из всех заявок, поступающих в патентный фонд (около 300 000 заявок в год), 85 % связаны с количественными преобразованиями. Среди остальных лишь 1,5 % технических решений являются принципиально новыми, 0,9 % не имеют аналогов [2].

Степень значимости качественных изменений, новизны определяется в зависимости от оценки базовых научно-технических принципов. Более важными являются принципы, базирующиеся на современных научных достижениях, — именно они позволяют открыть новые направления техники. Применение уже известных принципов, решений, которые использовались в смежных отраслях и не применялись ранее в данной отрасли техники, также дает значимые результаты. И, наконец, наименее важными являются стандартные реше-

ния, традиционные для данной области техники, но в определенной модификации.

Такова общая схема, позволяющая патентным организациям оценить значимость изобретений, степень технического творчества, новизну технических решений на уровне отдельного технического средства. Как показывает практика, с экономической точки зрения следует осторожно подходить к введению качественных и количественных изменений на производстве. Новая техника вначале может быть менее экономичной, чем старая, но учет потенциальных возможностей, быстрый рост техники оправдывают необходимость перехода к принципиально новому решению. Процессы качественного совершенствования, помимо внедрения нового принципа действия, имеют и другие формы сложности. Например, чтобы создать более совершенную конструкцию, необходимо оптимизировать параметры по совокупности множества показателей, привести к единству различные характеристики (электрические, тепловые, магнитные, вибрационные и др.), т. е. решить проектную задачу с позиций целостного и одновременного взаимодействия.

Количественные изменения не менее значимы, чем качественные. Количественные изменения какого-либо отдельного технического устройства неоднократно давали колоссальный эффект в различных отраслях промышленности. Например, Р. Дизель сконструировал двигатель, позволяющий использовать вместо бензина более тяжелые продукты переработки нефти.

Качественные и количественные изменения могут быть связаны не только с процессом изменения технической конструкции, но и с конкретными условиями ее работы. Например, электрические машины, нормально функционировавшие поодиночке, выходят из строя при совместной работе. Это объясняется резонансными явлениями, которые приводят в негодность узлы машин. Здесь проявляется системное свойство, которое в различных случаях может быть как положительным, так и отрицательным в технике.

Качественные и количественные изменения на уровне отрасли имеют более сложный и опосредованный характер. Отрасль техники — это определенное единство технических средств, технический комплекс, предназначенный для производства определенной продукции. Качественные и количественные изменения отрасли зависят от технических средств, входящих в ее состав, способа связи между ними, что обеспечивает строго определенное их взаимодействие, направленное на достижение конкретной цели. Но следует иметь в виду, что одни и те же технические средства (электродвигатели, насосы и т. д.) могут употребляться в различных отраслях техники, применяться в машиностроении, сельском хозяйстве. Помимо сходных технических

средств, любая отрасль имеет и специфические, что в значительной степени определяет ее особенности. Процесс разрешения технических противоречий в отраслях весьма сложен и требует определенных форм организации, творчества и других факторов.

Процесс разрешения противоречий на уровне отдельного технического средства в настоящее время в отечественной практике выражается в методологии, основанной на эмпирическом подходе при анализе нескольких десятков тысяч изобретений различных уровней сложности, взятых из патентного фонда.

Разработаны также способы разрешения противоречий, которые связаны с пятью стадиями модернизации технических систем [4]. Вот эти стадии:

1) доработка различных частей механизма, их согласование (процесс совершенствования не связан с устранением противоречий);

2) устранение противоречий традиционными, стандартными для данной отрасли способами и получение мелких изобретений. При этом изменяется, как правило, лишь один элемент технической системы;

3) преодоление противоречий способами, известными в рамках одной науки. При этом полностью меняется один из элементов системы;

4) создание новой технической системы, в которой полностью разрешены противоречия старой, но выполняются прежние функции. Противоречия снимаются методами других наук. Например, физическая задача решается химическим методом;

5) изобретение принципиально новой конструкции, которая обязана своим появлением открытию в науке, технике. Это может привести к появлению новой отрасли. Например, изобретение радио способствовало созданию радиотехники.

Как правило, на практике происходит сочетание по крайней мере двух соседних уровней процесса совершенствования, поэтому такое деление условно. Процесс развития технических систем обычно ограничивается первыми двумя, максимум тремя, уровнями. Для дальнейшего совершенствования, создания принципиально новой техники требуются специалисты высокого класса. Таких людей мало. Это положение в значительной степени можно компенсировать применением коллективных методов активизации технического творчества, но, к сожалению, данные подходы недостаточно используются в России.

За рубежом коллективные методы активизации технического творчества для поиска и разрешения технических противоречий в зарубежной практике находят широкое применение. Наиболее эффективны методы, разработанные французскими исследователями — Ги Азнар [5] и Колетт Матье-Батч [6]. Азнар исходит из того, что новая идея, как

правило, возникает на стыке знаний из различных областей, которые в определенной степени являются противоположными, взаимоисключающими. И здесь творческий процесс осуществляется на основе не только единства, взаимодействия различных знаний, но и разрешения противоречий.

Методика Матье-Батч более проста. Здесь необходимо учитывать особенности мыслительной деятельности индивидов. Каждый исследователь по-своему приступает к решению той или иной проблемы, используя конкретные и абстрактные, т. е. противоположные, подходы. В итоге процесс решения проблемы осуществляется на основе единства этих двух противоположных подходов. Таким образом, оба стиля мышления необходимы для правильного и результативного решения проблемы.

Особый интерес, в том числе при работе со студентами, вызывает метод, который основан на взаимодействии противоположных подходов при разработке технических систем. Одна группа студентов разрабатывает данную систему, другая выдвигает различные идеи, направленные на то, чтобы испортить эту конструкцию, в результате чего выявляются скрытые дефекты. Далее конструкция дорабатывается с учетом выявленных уязвимых мест. И, разумеется, качество технической системы после доработки и учета скрытых дефектов значительно улучшается. Здесь проявляется достаточно четко техническое противоречие между улучшением и ухудшением характеристик технической системы. Разрешение этого противоречия позволяет совершенствовать техническую конструкцию.

Итак, все процессы разработки, совершенствования технических систем осуществляются на основе противоречий и различных форм их разрешения. Этот процесс происходит на всех уровнях развития техники, т. е. на уровне и отдельного технического средства, и отрасли. Как отмечалось выше, процесс разрешения противоречий, в результате которого осуществляется переход к новой технической системе, значительно отличается от процесса совершенствования конструкций в рамках данного принципа действия. В первом случае речь идет о качественных изменениях, где осуществляется переход к новому принципу действия. Процесс совершенствования системы с сохранением старого принципа действия характеризует количественные изменения. Этим фазам соответствуют и определенные приемы разрешения противоречий, которые были выявлены эмпирически на основании анализа истории и логики развития техники, технических систем, взятых из патентного фонда, что позволило разработать методологию разрешения технических противоречий [7].

В заключение следует отметить, что в данной работе рассмотрены лишь некоторые аспекты разрешения технических противоречий.

Как показывает практика разработки и совершенствования технических систем, необходимо дальнейшее исследование и развитие этого направления. Кроме того, следует использовать достижения не только отечественной, но и зарубежной практики.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Потапцев И.С., Павлихин Г.П., Бушуев Н.Н., Бушуева В.В. *Использование зарубежного опыта решения технических задач в инженерной подготовке студентов*. Москва, Этносоциум, 2015, с. 19–25.
- [2] Альтшуллер Г.С. *Найти идею: введение в ТРИЗ — теорию решения изобретательских задач*. Москва, Альбина Паблицер, 2014, 319 с.
- [3] Бушуева В.В. Значение истории развития техники для разработки методологии технического творчества. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2012, № 6, с. 71–76.
- [4] Гареев Р.Т., ред. *Инженерное творчество (ТРИЗ): теория и практика решения творческих инженерных задач*. Москва, КноРус, 2010, 164 с.
- [5] Aznar G. *La créativité dans l'entreprise*. Paris, Editions d'Organisation, 1971, 185 p.
- [6] Mathieu-Batsch C. *Invitation à la creative*. Paris, Editions d'Organisation, 1983, 132 p.
- [7] Альтшуллер Г.С. *Стандартные решения изобретательских задач (76 стандартов)*. URL: www.altshuller.ru/triz/standards.asp (дата обращения 20.04.2018).

Статья поступила в редакцию 03.08.2018

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Бушуева В.В., Бушуев Н.Н. Значение противоречий в техническом творчестве. *Гуманитарный вестник*, 2018, вып. 11.
<http://dx.doi.org/10.18698/2306-8477-2018-11-567>

Бушуева Валентина Викторовна — канд. филос. наук, доцент кафедры «Философия» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: vbysh2008@rambler.ru

Бушуев Николай Николаевич — канд. биол. наук, доцент кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана.
e-mail: agrohimi1@rambler.ru

The meaning of contradictions in technical creativity

© V.V. Bushueva, N.N. Bushuev

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The article substantiates the urgency of analyzing the contradictions in technical creativity when developing and improving technical systems. The paper shows that if some characteristics of the technical system are improved, the deterioration of its other indicators is noted. The law of development, improvement of any technical system, is expressed by such unity of opposites. It is emphasized that the process of resolving contradictions in both qualitative and quantitative directions can be carried out. It is noted that quantitative changes in technical systems are no less significant than quality ones. The process of quantitative improvement of the technical system has a certain limit. Transition to a new principle of action in a technical system is necessary. The principle of operation is the most important indicator in the technique. Its value in the scientific and technical creativity is carried out. The importance of indicators for improving the technical systems available in the collections of patents is highlighted. Their connection with various forms of conflict resolution is indicated. Findings of the research show that the conflict resolution methodology in domestic practice is significantly different from the methodology in foreign practice. This is a certain novelty of this work. Recommendations for further investigation of the resolution of contradictions in technical systems are given. Recommendations for further research of the conflict resolution in technical systems are given.

Keywords: *technical contradiction, technical creativity, technical system, qualitative and quantitative changes, principle of operation, collection of patents, conflict resolution methodology*

REFERENCES

- [1] Potaptsev I.S., Pavlikhin G.P., Bushuev N.N., Bushueva V.V. *Ispolzovanie zarubezhnogo opyta resheniya tekhnicheskikh zadach v inzhenernoy podgotovke studentov* [The use of foreign experience in solving technical problems in the engineering preparation of students]. Moscow, Etnosotsium Publ., 2015, pp. 19–25.
- [2] Altshuller G.S. *Nayti ideyu: vvedenie v TRIZ — teoriyu resheniya izobretatel'skikh zadach* [Find an idea: introduction to TRIZ — theory of inventive problem solving]. Moscow, Albina Publisher Publ., 2014, 319 p.
- [3] Bushueva V.V. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie — Proceedings of Higher Educational Institutions. Machine Building*, 2012, no. 6, pp. 71–76.
- [4] Gareev R.T., ed. *Inzhenernoe tvorchestvo (TRIZ): teoriya i praktika resheniya tvorcheskikh inzhenernykh zadach* [Engineering works (TRIZ): theory and practice of creative solutions of engineering problems]. Moscow, KnoRus Publ., 2010, 164 p.
- [5] Aznar G. *La créativité dans l'entreprise* [Creativity in business]. Paris, Editions d'Organisation, 1971, 185 p.
- [6] Mathieu-Batsch C. *Invitation à la creative* [Invitation to the creative]. Paris, Editions d'Organisation, 1983, 132 p.
- [7] Altshuller G.S. *Standartnye resheniya izobretatel'skikh zadach (76 standartov)* [Standard of inventive problem solving (76 standards)]. Available at: www.altshuller.ru/triz/standards.asp (accessed April 20, 2018).

Bushueva V.V., Cand. Sc. (Philos.), Assoc. Professor, Department of Philosophy, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: vbysh2008@rambler.ru

Bushuev N.N., Cand. Sc. (Biol.), Assoc. Professor, Department of Ecology and Industrial Safety, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: agrohim1@rambler.ru