

ISSN 0233-3619

ЭНЕРГИЯ

ENERGY

ЭКОНОМИКА · ТЕХНИКА · ЭКОЛОГИЯ

3'88



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ
ИЛЛЮСТРИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ
ПРЕЗИДИУМА АН СССР

- 2** А. А. АРБАТОВ
Экспорт энергоресурсов: благо или бремя?
-
- 7** А. Ю. ОЗЕРСКИЙ, А. М. ВАХРУШЕВ, А. А. КОШЕВОЙ
Быть ли Туруханскому морю живым?
-
- 10** К. Ю. ЧИРИКОВ
Индустрия на плаву, или средство против долгостроя
-
- 16** Л. Г. МЕЛЬНИК, Ясоу ШИМАДЗУ, Тацуро УРАБЭ, Акиума ХАСЕГАВА, Хиромичи ФУКУИ, Тору НАГАИ
В экологическом измерении
-
- 22** Владимир ДРУЯНОВ
Огненный знак
-
- 27** И. А. НЕЧАЕВА
Конструкторы земной коры
-
- 32** И. Л. РОЗЕНТАЛЬ
Постулат Достоевского, или геометрия мира
-
- 37** И. ГОЛЬМАН
«Нефтегаз-87»
-
- 42** Л. Л. КЕРБЕР
Гражданин конструктор
-
- 49** В. Н. АБРАМОВА
Авария на Чернобыльской: психологические уроки
-
- 54** Е. Ш. ГОНТМАХЕР
«Лишние» люди
-
- 58** СКОЛЬКО ВАМ ЛЕТ, ВСЕЛЕННАЯ!
(беседа А. М. Чечельницкого с академиком Ю. А. Косыгиным)
-
- 62** Олег НОВИНСКИЙ
Хорошо забытое старое
-



В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ИЗМЕРЕНИИ

Особенность современной экологической ситуации — нарастающая частота кризисных явлений, их глобальный характер. По мере роста качества жизни растут потребности в материальных ресурсах. Решение этой проблемы связано с проблемой энергетической. При этом, добиваясь повышения энергетической эффективности в каждом отдельном звене производственного процесса, человечество в целом снижает её.

Кандидат
экономических
наук

Л. Г. МЕЛЬНИК,
доктора наук
Ясоу ШИМАДЗУ,
Тацуо УРАБЭ,
Акиума ХАСЕГАВА,
научный сотрудник
Хиромичи ФУКУИ,
ассистент
Тору НАГАИ

НУЖНЫ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ!

На производство 1 ккал пищевого продукта человечество тратит сегодня 10 ккал энергии. Рост же энергоёмкости конечного продукта ведет к нарастающему загрязнению окружающей среды, для борьбы с которым люди вынуждены создавать очистные сооружения, а значит всё больше производить материалов и энергии. В результате условная чистота одного природного ресурса (например, воздуха) по определенному его свойству (например, по химическому составу) достигается за счет загрязнения других природных ресурсов (воды, почвы), других свойств воздуха (температуры) или за счет качества окружающей среды в иных регионах.

Таким образом, создание даже самых совершенных очистных сооружений не может решить проблему охраны среды. Истинная борьба за чистоту окружающей среды — это не борьба за очистные сооружения, это — борьба против необходимости таких сооружений.

Совершенно очевидно, что экстенсивными методами проблему не решить. Интенсивный же путь решения глобальной экологической проблемы — это снижение ресурсоемкости производства и переход к малоотходным технологиям. Производственные и экологические проблемы должны решаться в рамках единой технологии. При этом регулировать сте-

пень «экологичности» надо в самом начале производственной цепочки. Ведь если решение об изготовлении ресурсоемкого изделия уже принято, то никакие старания кардинально повлиять на суммарную экологичность конечного продукта в процессе его производства уже не помогут. Проектировщик же, изменив конструкцию изделия, отказавшись от части материалов, может тем самым устранить и многие этапы производства, снизить его конечную энергоёмкость.

Новые пути развития производства требуют и новых критериев оптимальности решений, то есть таких показателей, которые охватывали бы не отдельные звенья производственной цепи, но все производство. Включая и природную среду как систему.

Такая интегральная количественная оценка должна учитывать не только положительные, но и отрицательные эффекты, соизмерять результаты самых разных видов человеческой деятельности. Желательно также, чтобы этот показатель мог использоваться как в общепринятых системах расчетов, так и в автоматизированных системах.

Из существующих показателей лучше всего отвечает этим требованиям показатель энергоёмкости единицы продукции. Он универсален, интернационален (так как единицы измерения энергии практически одинаковы в разных странах), сравнительно прост и допускает

сквозной расчет по стадиям процесса. А самое главное, этот показатель дает возможность контролировать основной критерий, лимитирующий рост производства — энергетический предел.

Тем не менее, этот удобный и необходимый показатель не может выполнить все функции интегральной оценки, так как не отражает степени экологичности производства. Следовательно, наряду с показателем энергоемкости и существующими стоимостными показателями нужны новые интегральные показатели. В этой роли, по нашему мнению, могут успешно выступать значения экономического ущерба от нарушения (загрязнения) среды и экономические оценки природных ресурсов.

Под экономическим ущербом обычно подразумеваются выраженные в стоимостной форме прямые или потенциальные убытки (потеря продукции, ее недопроизводство, упущенная выгода и пр.), а также дополнительные издержки на компенсацию потерь в различных подразделениях национальной экономики, вызванные нарушением природной среды.

Экономическая оценка природного ресурса — это величина экономического эффекта, который может принести использование данного ресурса или общественно необходимые затраты на его воспроизводство.

В отличие от показателя энергоемкости, данные показатели не столь просты и однозначны. Они во многом зависят от методик подсчета, которые в разных странах (и даже в пределах одной

страны) могут быть различными, от технических, социальных, природных факторов, многие из которых носят случайный характер. Они, кроме того, в значительной степени подвержены влиянию фактора времени.

Оценки экономического ущерба характеризуют снижение эффективности использования определенного ресурса (воздуха, почв) в условиях загрязнения. В одних случаях загрязнение среды приводит к прямой потере рабочего времени, например, из-за ухудшения здоровья работающих или снижения урожайности культур. В других — потери носят косвенный характер: общество вынуждено отвлекать часть рабочей силы на ликвидацию или предотвращение последствий загрязнения.

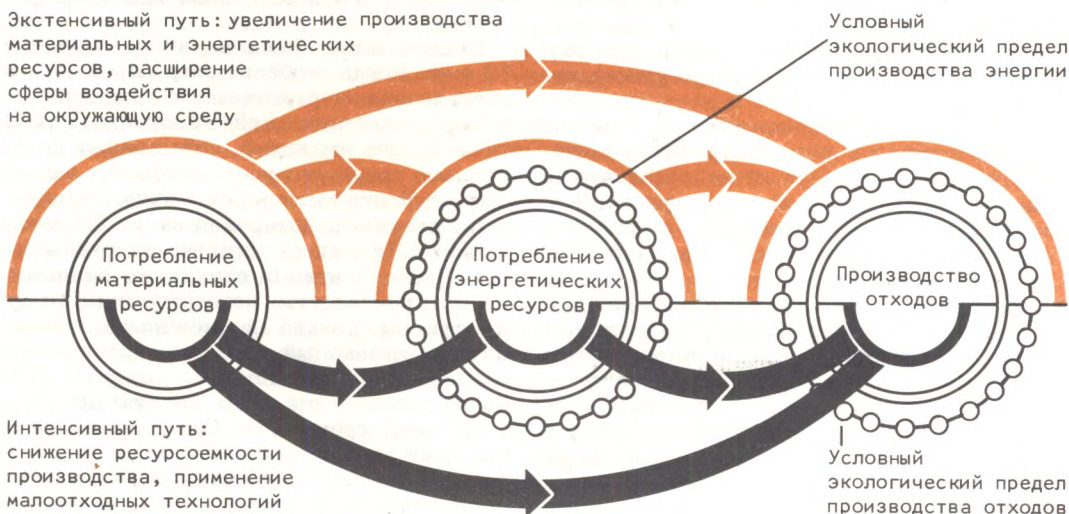
И наоборот, снижение экологической вредности технологического процесса позволяет уменьшить экономический ущерб или отказаться от части затрат, связанных с защитой среды.

Впервые определить ущерб от загрязнения воздуха попытались в институте Меллона (США) еще в 1911—1913 гг. Для Питсбурга, например, он был определен в 8,5 млн. долл. в год. Однако эти работы носили локальный характер и не нашли широкого применения.

К идее использования оценки ущерба ученые вернулись в 50-е гг. В 1950—1951 гг. на всей территории США ежегодно потери от загрязнения воздуха оце-

Альтернативные направления решения проблемы дефицита естественных ресурсов

Экстенсивный путь: увеличение производства материальных и энергетических ресурсов, расширение сферы воздействия на окружающую среду



Интенсивный путь: снижение ресурсоемкости производства, применение малоотходных технологий

нивались в 1,5 млрд. долл. Сначала в США, а в 60-е гг. в Великобритании, СССР, Чехословакии, ФРГ, Японии и других странах были выполнены оценки ущерба на общенациональном уровне.

В Советском Союзе был разработан ряд отраслевых методик оценки ущерба от загрязнения атмосферного воздуха для предприятий энергетики, черной и цветной металлургии, химической промышленности, автотранспорта, промышленности стройматериалов. В 1983 г. вышла разработанная комиссией ГКНТ СССР объединенная методика оценки экономического ущерба.

Задуманный вначале как измеритель эффективности средств охраны среды (для оптимизации объема инвестиций на природоохранную деятельность), показатель экономического ущерба превратился теперь в инструмент плано-проектных расчетов и даже товарно-денежных отношений. В СССР он уже учитывался при формировании планов двух последних пятилеток, а также в процессе принятия решений о развитии ряда крупных промышленных регионов (Армянской ССР и КАТЭК) и при оптимизации капитальных вложений экологической направленности на отдельных предприятиях.

В 1981 г. Госпланом Украинской ССР выпущена методика эколого-экономической оценки проектов. В этой методике показатель экономического ущерба и оценки природных ресурсов впервые официально нашли «общий знаменатель» (в балльной форме). Преимущество получает такой вариант размещения проектируемого объекта, конечный экономический результат которого (уже с учетом ущерба и использования природных ресурсов) является максимальным.

Такие эколого-экономические оценки применяются и в других странах. Например, в Японии ущерб от заболеваемости населения, связанный с загрязнением среды, служит основой для взыскания компенсационной платы с предприятий, виновных в загрязнении.

Однако эти показатели позволяют решать хоть и очень важные, но локальные задачи, поскольку исходным моментом в них является то, что определенное предприятие уже существует или решение о строительстве принято, так что влиять на всю производственную цепь, даже используя эколого-экономические показатели, уже нельзя. Для этого необходимы

интегральные показатели, характеризующие суммарную степень экологичности единицы продукции.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ «РЕНТГЕНОСКОПИЯ» ПРОИЗВОДСТВА

Получить такой показатель, на первый взгляд, кажется нетрудно. Для этого нужно суммировать соответствующие показатели всех предварительных стадий (в расчете на единицу конечного продукта). Однако даже определить предварительные стадии — задача непростая. Дело в том, что в современном производстве отдельные отрасли и подотрасли тесно взаимосвязаны. Продукция предприятия может, пройдя ряд других предприятий, вернуться к нему уже как исходное сырье.

В отделении наук о Земле Нагойского университета (Япония) для определения интегрального показателя энергоемкости разных видов продукции использовали известный экономистам метод «затраты — выпуск». В качестве отправных были приняты три момента: потребление отрасли первичных энергоресурсов, выпуск продукции для конечного потребления и матрица межотраслевых потоков продукции, в которой по каждой отрасли представлено взаимодействие (прием и передача продукции) каждой из остальных отраслей.

Этот метод дает возможность проследить как прямое потребление энергоресурсов на стадии производства продукта, так и косвенное, то есть уже материализованное в используемых исходных ресурсах.

Исследования были начаты в середине 70-х гг., когда особенно остро проявились последствия энергетического кризиса. В те времена для японской экономики, практически не имеющей собственных первичных энергоресурсов, особенно важно было выбрать такое направление дальнейшего развития, которое снизило бы зависимость Японии от импорта энергоресурсов. Переориентация структуры экономики на производство неэнергоемких видов продукции давала возможность выполнить комплексный анализ энергопотоков национальной экономики, выявить наиболее энергоемкие виды продукции.

К тому времени в Советском Союзе, как уже говорилось, были заложены методические и информационные основы оценки экономического ущерба. Кроме то-

го, велись исследования, в которых обосновывалась возможность применения и общие принципы оценки показателя экономического ущерба на единицу продукции.

Тогда и возникла идея соединить эти два направления для получения оценки эколого-экономических показателей на единицу продукции.

Новые показатели условно назвали «ущербоемкость» (то есть величина экономического ущерба на единицу продукции), «природоемкость» (стоимостная оценка природных ресурсов на единицу продукции) и «экологоемкость» — суммарный показатель первых двух (те экологические издержки, которые связаны с использованием факторов природной среды при производстве единицы продукции). С их помощью стало возможно соизмерять положительные эффекты производства продукта с тем объемом нереализованных выгод, от которых общество вынуждено отказаться, приняв данный сценарий производства и ресурсопотребления.

Для этого сначала определяются удельные показатели ущерба и экономические оценки потребляемых природных ресурсов на прямых стадиях производства данного вида продукции. Затем при помощи матрицы межотраслевых потоков продукции оценивается величина показателей экологоемкости, связанных с косвенным воздействием на среду в процессе производства исходных видов продукции.

Описанная схема была реализована на условном примере. Чтобы максимально приблизиться к реальным значениям, в качестве исходных были взяты данные об экономической деятельности и экологических показателях Японии и Советского Союза. В частности, показатели выбросов в воздух и воду, объем твердых отходов, количество земельных и водных ресурсов на единицу продукции, цены и экономические оценки природных ресурсов, а также матрица межотраслевых потоков продукции были взяты из японских источников (по состоянию на середину 80-х гг.).

Укрупненные значения удельных ущербов на единицу выброса вредных веществ за тот же период были получены на основании советских данных с учетом состояния природной среды и условий японской экономики.

Хотя в расчетах были использованы условные данные, качественный анализ

результатов позволяет сделать вполне конкретные выводы (см. табл. 1, 2).

Во-первых, экологоемкость для продукции ряда отраслей является довольно большой и составляет от 10 до 30 % производственной стоимости товаров и услуг. Для продукции горнодобывающей промышленности она составляет 13 %, для угле- и нефтепереработки — 33 %, для металлургии — 12—20 %, для энергетики — 21 %, транспорта — 20 %. Причем реальное значение этих показателей в действительности должно быть значительно выше, так как в расчетах не учитывались выбросы многих ингредиентов и другие виды нарушения природной среды.

Но и не давая полного представления об абсолютных значениях показателей, полученные результаты все же позволяют судить об относительной «вредности» продукции различных отраслей. Таким образом, появляются количественные критерии экологического ранжирования этих отраслей.

Во-вторых, обращает на себя внимание значительная доля косвенной части экологоемкости. Например, даже сектор, который призван решать экологические проблемы (переработка отходов и канализация), является носителем ощутимой экологоемкости (6 % от стоимости услуг сектора). Это еще раз подтверждает ту мысль, что основным направлением решения экологических проблем должно быть применение малоотходных технологий.

В-третьих, предлагаемый метод можно использовать для анализа экологического совершенства различных товаров и услуг, что позволит отобрать наиболее «чистые» образцы продукции. Метод позволяет провести и более детальный анализ экологоемкости, например, по исходным ресурсам или стадиям процесса. Таким образом может быть выполнен своеобразный функционально-стоимостной анализ экологоемкости продукции.

Выполненные исследования — только первый шаг, показывающий принципиальные возможности метода. В конкретных практических расчетах точность результатов может быть повышена, если в них будет учтена региональность источника выбросов и плотность (концентрация) вредных веществ.

Кроме того, для полноты представления о реальной экологоемкости удельных ущербов должны учитываться не только

**ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА
ЭКОЛОГОЕМКОСТИ ЕДИНИЦЫ ПРОДУКЦИИ**

№ сектора	Удельный выброс ингредиентов в природные среды, кг/млн. иен продукции								Использование ресурсов		
	в воздух				в воду				Твердые отходы	Земли, м ² /млн. иен	Воды, м ³ /млн. иен
	SO _x	NO _x	Пыль	CH ₄	Биологическая потребность в кислороде	Азот	Фосфор	9			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1.	0.030	0.838	0.503	0.039	76.65	7.300	4.745	100.000	13.0	365.0	
2.	0.100	0.095	0.144	0.008	3.869	0.193	0.547	1299.999	80.0	91.0	
3.	0.162	0.488	0.296	0.024	7.300	0.876	0.474	423.300	5.0	212.0	
4.	0.027	0.067	0.041	0.003	4.964	0.412	0.620	120.900	9.0	157.0	
5.	0.136	0.201	0.156	0.008	23.178	1.168	0.204	1291.499	12.0	161.0	
6.	0.714	1.868	0.602	0.117	7.847	1.099	1.278	876.400	9.0	131.0	
7.	74.917	224.821	13.794	0.105	0.529	0.011	0.139	50.900	4.0	226.0	
8.	0.797	1.202	0.863	0.114	0.307	0.029	0.018	2437.099	20.0	124.0	
9.	16.806	5.344	2.392	10.515	2.409	0.128	0.307	1535.899	10.0	102.0	
10.	0.205	0.270	0.172	0.085	0.394	0.040	0.474	296.500	8.0	230.0	
11.	0.111	0.222	0.124	0.031	0.212	0.026	0.029	3775.499	56.0	212.0	
12.	0.101	0.261	0.150	0.020	0.120	0.011	0.106	92.000	3.0	168.0	
13.	0.054	0.084	0.054	0.021	0.146	0.015	0.146	123.300	5.0	328.0	
14.	0.008	0.013	0.006	0.003	0.095	0.011	0.876	52.200	4.0	219.0	
15.	0.049	0.175	0.098	0.008	0.577	0.058	0.117	122.600	5.0	215.0	
16.	0.014	0.137	0.082	0.006	0.307	0.029	0.037	500.000	95.0	146.0	
17.	11.071	22.856	6.976	0.262	3.869	0.183	0.730	411.000	118.0	201.0	
18.	0.496	2.230	2.791	0.071	0.062	0.007	0.007	50.000	120.0	310.0	
19.	0.003	0.034	0.023	0.002	2.190	0.073	0.073	1000.000	10.0	201.0	
20.	0.000	0.000	0.002	0.000	0.062	0.007	0.007	30.000	3.0	365.0	

Наименование секторов японской экономики
1 — сельское хозяйство; 2 — горнодобывающая промышленность; 3 — пищевая; 4 — текстильная; 5 — деревообрабатывающая; 6 — химическая; 7 — переработка угля и нефти; 8 — продукция из неметаллического минерального сырья; 9 — металлургическая промышленность; 10 — литьё и прокат металлов; 11 — общее машиностроение; 12 — электротехническое машиностроение; 13 — транспортное машиностроение; 14 — точное машиностроение; 15 — другие отрасли промышленности; 16 — строительство; 17 — производство электроэнергии; 18 — транспорт; 19 — утилизация отходов и канализация; 20 — обслуживающие секторы.

внешние по отношению к производству последствия воздействия на среду, но и внутренние (т. е. вредность самой производственной среды, включая возможность профессиональных болезней, травматизма, риска несчастных случаев). Должен быть также расширен перечень видов нарушения среды, подлежащих учету. Уже в ближайшем будущем в него должны быть включены электромагнитное, радиоактивное, тепловое и шумовое загрязнение.

Мы рассмотрели только стадию производства продукции. Но не менее важно дать эколого-экономический анализ стадиям потребления продукции и утилизации отходов. Для некоторых видов продукции суммарное воздействие на природную среду больше всего проявляется именно на этих стадиях. Например, для транспортных средств и топлива важно учитывать именно стадию потребления, для синтетических моющих средств, минеральных удобрений, ядохимикатов, гальванических элементов — наиболее вредной и опасной для природной среды является последняя стадия. Хотя задача представляется нелегкой, но для принятия обоснованных решений придется справиться с проблемой учета и этих последствий.

КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ ПОКАЗАТЕЛИ

Процессу изготовления продукции предшествует процесс планирования. Именно на этом этапе важно выбрать наилучший вариант развития производства. Как пра-

Таблица 2

**ЭКОЛОГОЕМКОСТЬ ПРОДУКЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СЕКТОРОВ**

№ сектора	Экологоёмкость, иен экологического ущерба/иен продукта	Ущербоемкость (экологоёмкость — 100 %)				Природоемкость (%)			Экологоёмкость	
		Загрязнение		Твёрдые отходы	Итого	Использование		Итого	прямая	косвенная
		воздуха	воды			земли	воды			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	0,123	16,6	42,1	2,8	61,4	24,1	14,5	38,6	56,7	43,3
2.	0,130	28,1	3,2	8,2	39,4	59,1	1,5	60,6	30,9	69,1
3.	0,098	22,2	30,6	6,8	59,4	30,7	9,7	40,4	11,6	88,4
4.	0,080	30,0	17,5	6,6	54,2	39,8	6,0	45,8	11,3	88,7
5.	0,110	21,7	26,1	13,2	61,0	32,1	6,9	39,0	23,7	76,3
6.	0,126	46,6	9,9	9,9	66,4	30,2	3,4	33,6	14,1	85,9
7.	0,330	77,9	1,1	2,4	81,5	18,0	0,5	18,5	66,4	33,6
8.	0,120	36,2	2,6	18,1	56,9	41,1	2,0	43,1	20,0	80,0
9.	0,193	60,5	2,8	12,0	75,3	23,0	1,7	24,7	22,8	77,2
10.	0,106	51,3	3,6	10,6	65,6	32,5	1,9	34,4	7,8	92,2
11.	0,136	23,3	1,8	26,3	51,4	47,5	1,1	48,6	40,9	59,1
12.	0,076	44,9	4,9	10,3	60,4	37,4	2,4	39,6	3,7	96,3
13.	0,075	40,2	4,0	12,6	56,8	41,2	2,0	43,2	7,2	92,8
14.	0,061	41,3	6,4	9,7	57,4	40,3	2,3	42,6	6,9	93,1
15.	0,068	34,5	11,6	8,7	54,8	40,9	4,3	45,2	6,8	93,2
16.	0,114	25,5	3,8	9,1	38,5	59,6	1,9	61,5	36,7	63,3
17.	0,212	44,1	2,3	3,1	49,5	45,9	4,6	50,5	50,3	49,7
18.	0,205	30,7	0,8	1,9	33,5	65,7	0,8	66,5	51,9	48,1
19.	0,056	27,9	3,3	13,1	44,3	52,4	3,3	55,7	24,6	75,1
20.	0,020	22,7	3,6	7,8	34,1	63,2	2,7	65,9	16,6	83,4

вило, основными критериями выбора являются экономические показатели: достижения в масштабах страны максимального экономического результата (валового национального продукта или национального дохода) или в случае, если нужно получить фиксированный экономический результат, — минимум издержек для его достижения.

Отправными моментами для оптимизационных расчетов являются, с одной стороны, цены на различные товары или услуги, с другой — показатели экономичности их использования. Значения экологоемкости позволили бы дополнить эти показатели.

Вторым направлением применения эколого-экономических показателей может быть совершенствование товарно-денежных отношений. Например, установление нормативов платы за загрязнение среды, учет этих показателей в ценах. Известно, что цены определяются общественно необходимыми затратами на производство продукта и его потребительских качеств. Однако эти факторы являются неполными без учета показателей экологоемкости.

Учет этих показателей при формировании цен в значительной степени стимулировал бы выпуск и применение экологически чистых (как в производстве, так и в потреблении) изделий. Это особенно актуально в странах, где ценообразование формируется централизованно. В странах с рыночной системой ценообразования необходимым фоном для учета экологоемкости в ценах, видимо, могло бы стать использование платы за загрязнение.

Не менее важно учитывать эколого-экономические показатели в международных ценах. Сейчас при взаимном согласовании цен, если и учитываются экологические стороны производства или использования сырья, топлива, технологий, изделий — то они лишены какого бы то ни было количественного обоснования. Реальной количественной мерой дополнительных издержек, которые понесла страна-производитель, или, наоборот, дополнительного эффекта, который передается стране-покупателю вместе с экологически совершенной технологией, и мог бы стать показатель экологоемкости.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

академик
В. А. КИРИЛЛИН

**РЕДАКЦИОННАЯ
КОЛЛЕГИЯ:**

Ответственный секретарь
Е. И. БАЛАНОВ

Летчик-космонавт СССР
кандидат психологических наук
Г. Т. БЕРЕГОВОЙ

Член-корреспондент АН СССР
Л. М. БИБЕРМАН

Академик
Е. П. ВЕЛИХОВ

Кандидат экономических наук
Д. Б. ВОЛЬФБЕРГ

Кандидат экономических наук
А. Г. ГАДЖИЕВ

Академик
К. С. ДЕМИРЧЯН

Заместитель главного редактора
А. Б. ДИХТЯРЬ

Член-корреспондент АН СССР
И. Я. ЕМЕЛЬЯНОВ

Академик
В. А. ЛЕГАСОВ

Доктор физико-математических наук
Л. В. ЛЕСКОВ

Академик
А. А. ЛОГУНОВ

Первый заместитель министра
энергетики и электрификации СССР
А. Н. МАКУХИН

Заместитель главного редактора
кандидат физико-математических наук
С. П. МАЛЫШЕНКО

Член-корреспондент АН СССР
А. А. САРКИСОВ

Доктор экономических наук
Ю. В. СИНЯК

Академик
М. А. СТЫРИКОВИЧ

Член-корреспондент АН СССР
Л. Н. СУМАРКОВ

Доктор технических наук
В. В. СЫЧЕВ

Редактор отдела
кандидат военных наук
В. П. ЧЕРВОНОВАБ

Академик
А. Е. ШЕЙНДЛИН

Главный художник
С. Б. ШЕХОВ

Доктор технических наук
Э. Э. ШПИЛЬРАЙН

Редактор отдела
Р. Л. ЩЕРБАКОВ

На второй стр. обложки —
Полярный «экспресс»
Фото Г. Сокола

На третьей стр. обложки —
Полдень. Конец зимы.
Фото Р. Мусина

Художественный редактор
М. А. Сепетчян
Заведующая редакцией
Т. А. Шильдкрет

Номер готовили
редакторы:
А. А. Вавилов
И. Г. Вирко
В. А. Друянов
Ю. А. Медведев
С. Н. Пширков
Е. М. Самсонова
В. П. Червонобаб
Р. Л. Щербаков

Над номером работали
художники:
А. Балдин
С. Казаков
И. Максимов
С. Стихин

Обложка художника
С. Стихина

Корректоры:
Н. Р. Новоселова
В. Г. Овсянникова

Адрес редакции:
111250, Москва, Е-250
Красноказарменная ул., 17 а,
тел.: 362-07-82, 362-51-44

Ордена Трудового
Красного Знамени
издательство «Наука»,
Москва

Сдано в набор 20.01.88.
Подписано к печати 25.02.88
Т — 08031.
Формат 70×100 1/16
Офсетная печать.
Усл. печ. л. 5,2.
Усл. кр.-отт. 507 тыс.
Уч.-изд. л. 6,3.
Бум. л. 2
Тираж 30 000
Заказ 131

Ордена Трудового
Красного Знамени
Чеховский
полиграфический комбинат
ВО «Союзполиграфпром»
Государственного
комитета СССР
по делам издательств,
полиграфии
и книжной торговли
142300, г. Чехов,
Московской области