

В.М. Капицын, О.А. Герасименко, Л.Н. Андропова

### **АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕДОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ**

*В статье анализируются тенденции использования передовых производственных технологий в России за период с 2005 по 2014 г. Приведена динамика структур технологий в разрезе направлений применения. Проанализирована динамика возрастной структуры и структуры используемых технологий в годовом разрезе по месту их приобретения. Сформирован баланс ввода, наличия и выбытия технологий, определены минимально необходимые объемы их ввода, возможные пути совершенствования государственного статистического учета показателей инновационного развития.*

Внедрение передовых производственных технологий является одним из наиболее важных направлений инновационного развития экономики страны. В последние годы значительное внимание со стороны государственных органов управления России уделяется преодолению технологического отставания страны от экономически развитых стран, которое оценивается в двадцать и более лет. Мировыми лидерами инновационного развития выступают США, наиболее крупные страны ЕС и Китай.

В 1992 г. был подготовлен нормативный документ Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и Евростата «Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям» (Руководства Осло) для использования его прежде всего странами, участвующими в деятельности ОЭСР. Спустя почти два десятилетия вышло новое издание этого Руководства [1], вобравшее в себя опыт, накопленный за прошедшее время в данной области.

В связи с этим важно отметить, что государственный статистический учет в сфере отечественного инновационного развития в значительной мере построен в соответствии с основными положениями данного Руководства. С этой целью используются учетные формы №4-инновация «Сведения об инновационной деятельности организации» и №1-технология «Сведения о разработке и использовании передовых производственных технологий». Причем если в рамках первой формы отражаются сведения о технологических инновациях (с выделением в том числе продуктовых и процессных инноваций), а также о маркетинговых и организационных инновациях, то во второй – целенаправленно собираются достаточно развернутые сведения только по процессным инновациям и только в отношении новых или значительно усовершенствованных методов производства товаров и услуг.

В рамках принятого подхода учетом охвачены технологии и технологические процессы (включая необходимое для их реализации оборудование), управляемые с помощью компьютера или основанные на микроэлектронике и используемые при проектировании, производстве или обработке продукции.

В соответствии с принятой для статистического учета классификацией передовые производственные технологии (ППТ) подразделены по направлениям их практического использования следующим образом:

- проектирование и инжиниринг;
- производство, обработка и сборка;
- связь и управление;

- автоматизированные погрузочно-разгрузочные операции, автоматизированная транспортировка материалов и деталей;
- аппаратура автоматизированного наблюдения (контроля);
- производственные информационные системы;
- интегрированное управление и контроль.

Необходимо подчеркнуть, что в упомянутом Руководстве не содержится рекомендаций по классификации такого рода, и вполне вероятно именно по этой причине в странах – лидерах по внедрению передовых технологий используются классификации, которые существенно отличаются от российской (табл. 1).

Таблица 1

Примеры приоритетов в области передовых производственных технологий  
в странах ЕС, США и Китае

Европейский союз	США	Китай
Новые производственные процессы	Сенсоры, измерение и контроль процессов	IT-индустрия нового поколения
Адаптивные и «умные» производственные системы	Современный дизайн материалов, технологии синтеза и обработки	Биоинженерия
Цифровое, виртуальное и ресурсно-эффективное производство	Технологии визуализации, информатики и цифрового производства	Высокопроизводительные производственные технологии и оборудование
Мобильные и кооперирующиеся предприятия (сетевое производство и динамичные производственные цепочки)	Устойчивое производство (рациональное производство)	Современные материалы
Человекоцентричное производство	Нанотехнологии производства	Сенсоры
Производство, ориентированное на потребителя	Производство гибкой электроники	«Умные технологии»
	Производственные биотехнологии и биоинформатика	
	3D- печать	
	Современное производство и оборудование для тестирования (контроля качества)	
	Промышленная робототехника	
	Современные технологии формообразования и соединения	

Источник: [2].

Тем не менее к настоящему времени в приведенном выше разрезе, принятом в отечественной статистике, накоплена достаточно полная информация за период с 2000 по 2014 г. С учетом этого целью данной статьи явился анализ состояния и тенденций использования ППТ в России за указанный период, причем значительное внимание уделено исследованию в динамике числа и структуры ППТ по выделенным направлениям их применения, а также возрастной структуры и структуры используемых технологий по месту их приобретения. Кроме того, в годовом разрезе сформирован баланс ввода, наличия и выбытия технологий, позволивший определить минимально необходимые объемы их ввода.

Анализ статистических данных за указанный период показывает, что в течение этого времени почти по всем выделенным направлениям имеет место тенденция к росту числа используемых ППТ (табл. 2, рис. 1). Исключение составляют лишь технологии, связанные с проектированием и инжинирингом, число которых после временного неустойчивого роста вплоть до 2010 г., стало ниже уровня 2005 г.

Таблица 2

Число передовых производственных технологий по направлениям использования, тыс. ед.

Направление использования	2000 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Передовые производственные технологии, всего	70,1	141,0	168,3	180,3	184,4	201,6	203,3	191,7	191,4	193,8	204,5
Проектирование и инжиниринг	14,4	43,3	50,7	54,0	47,1	54,5	56,1	41,4	39,7	38,7	38,6
Производство, обработка и сборка	35,4	43,0	50,3	49,0	47,2	52,5	55,4	53,6	55,6	55,4	58,1
Связь и управление	13,7	44,1	54,0	62,1	74,5	77,5	72,8	77,7	76,5	78,0	84,7
Автоматизированные погрузочно-разгрузочные операции, автоматизированная транспортировка материалов и деталей	0,7	1,0	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	1,6	1,6	1,8	2,0
Аппаратура автоматизированного наблюдения (контроля)	2,4	4,5	5,9	6,8	7,5	8,1	9,1	9,4	9,5	11,3	12,3
Производственные информационные системы	1,8	3,2	4,1	4,6	4,2	4,5	4,8	4,9	5,2	5,3	5,6
Интегрированное управление и контроль	1,6	1,9	2,1	2,4	2,4	2,9	3,2	3,1	3,4	3,2	3,3

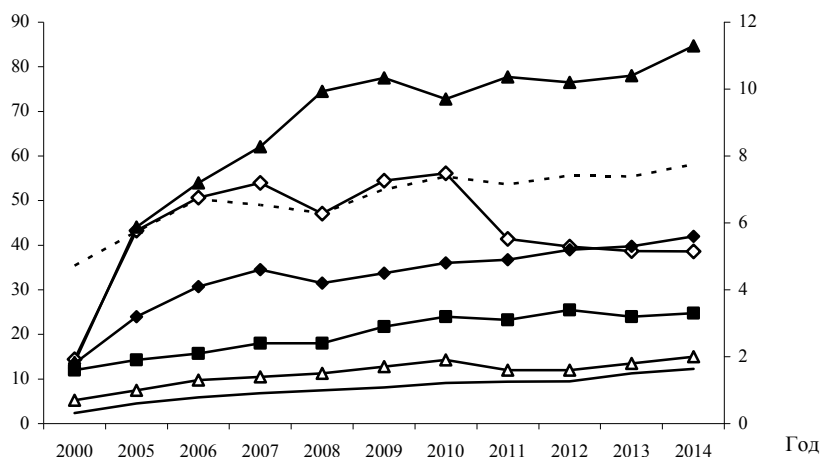


Рис. 1. Число ППТ по направлениям использования, тыс. ед.:  
 левая шкала: —◇— проектирование и инжиниринг; ---- производство, обработка и сборка;  
 —▲— связь и управление; —△— автоматизированные погрузочно-разгрузочные операции;  
 правая шкала: — аппаратура автоматизированного наблюдения (контроля);  
 —◆— производственные информационные системы;  
 —■— интегрированное управление и контроль

Дополнительный анализ показывает, что наиболее интенсивным рост используемых ППТ был с 2000 по 2005 г., в этот период их число удвоилось. При этом число ППТ по проектированию и инжинирингу увеличилось в 3 раза, связи и управлению – в 3,3 раза, производству, обработке и сборке – в 1,2 раза.

На этом фоне рост в последующий десятилетний период происходил заметно более низкими темпами. Так, при общем росте числа всех технологий за этот период со 141 до 204,5 тыс. ед. (т.е. на 45%), число технологий, относящихся к связи и управлению, увеличилось с 44,1 до 84,7 тыс. ед. (рост на 92%), технологий, относящихся к производству, обработке и сборке – с 43,0 до 55,4 тыс. ед. (на 35%) (табл. 3). В то же время число технологий по проектированию и инжинирингу, достигнув максимума в 56,1 тыс. ед. в 2010 г. (рост к 2005 г. на 30%), к 2014 г. уменьшилось до 38,6 тыс. ед., сократившись к уровню 2005 г. на 11%.

Важно отметить, что на упомянутые три направления стабильно приходилось не менее 89% всех используемых ППТ, причем преобладают среди них технологии связи и управления – их доля в последние годы составила около 40% всех используемых ППТ. На второе место в те же годы вышли технологии производства, обработки и сборки, составив немногим менее трети всех технологий. На третьем месте оказались технологии проектирования и инжиниринга, доля которых за весь период сократилась с 30,7 до 19,0% (рис. 2, [3; 4]).

Суммарная доля технологий, относящихся к остальным четырем направлениям, имеет устойчивую тенденцию к росту (11,3% в 2014 г. по сравнению с 7,5% в 2005 г.). При этом наиболее высокими темпами растет число технологий, связанных с применением аппаратуры автоматизированного наблюдения (контроля): за рассматриваемый период их количество возросло в 2,7 раза. Несколько ниже темпы роста (увеличение в 2 раза) технологий, связанных с автоматизацией транспортировки материалов и деталей, а также погрузочно-разгрузочных операций. По технологиям интегрированного управления и контроля и технологиям, представляющим собой производственные информационные системы, рост оказался примерно одинаковым – в 1,7-1,8 раза.

Таблица 3

Темпы роста числа передовых производственных технологий по направлениям использования, % (2005 г.=100)

Направление использования	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Используемые передовые производственные технологии, всего	119,4	127,9	130,8	143,0	144,2	135,9	135,7	137,5	145,0
Проектирование и инжиниринг	117,1	124,9	108,9	126,0	129,7	95,7	91,7	89,5	89,1
Производство, обработка и сборка	117,0	113,9	109,9	122,1	129,0	124,6	129,3	129,0	135,1
Связь и управление	122,3	140,7	168,7	175,5	164,9	176,0	173,3	176,8	192,1
Автоматизированные погрузочно-разгрузочные операции, автоматизированная транспортировка материалов и деталей	130,9	146,4	151,4	172,0	191,0	170,0	161,9	187,9	200,0
Аппаратура автоматизированного наблюдения (контроля)	131,3	149,3	166,4	178,5	201,2	207,6	210,4	250,0	273,3
Производственные информационные системы	128,8	144,9	131,4	142,0	152,6	152,8	162,8	166,6	175,0
Интегрированное управление и контроль	108,7	126,7	123,5	149,3	163,8	161,2	175,9	166,7	173,7

Источники: [3; 4], расчеты авторов.

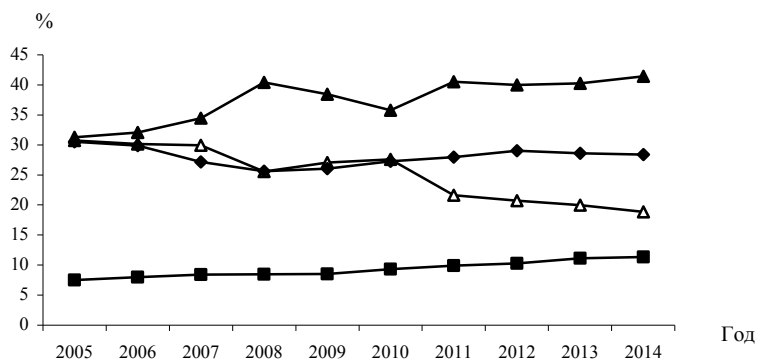


Рис. 2. Доля числа ППТ по отдельным направлениям использования в общем числе ППТ: —△— проектирование и инжиниринг; —◆— производство, обработка и сборка; —▲— связь и управление; —■— прочие направления

Весьма существенно, что при отмеченном общем росте числа технологий в последние годы заметно уменьшалась доля самых новых технологий и соответственно увеличивалась доля технологий, используемых в течение продолжительного времени (табл. 4, рис. 3).

Таблица 4

Возрастная структура используемых передовых производственных технологий, %

Год	Число технологий, всего	В том числе используемых в течение лет			
		до года	1-3	4-5	6 и более
2005	100	22,6	22,5*	18,4*	36,5
2006	100	18,7	24,5*	20,1*	36,7
2007	100	16,6	27,0*	22,9*	33,5
2008	100	12,3	31,1	20,4	36,1
2009	100	9,8	29,2	21,8	39,3
2010	100	9,6	26,5	20,6	43,3
2011	100	11,3	24,5	20,8	43,4
2012	100	9	24,9	19,7	46,5
2013	100	9,1	24,0	18,1	48,8
2014	100	7,9	23,5	17,6	50,9

\* Оценка.

Источники: [3; 4], расчеты авторов.

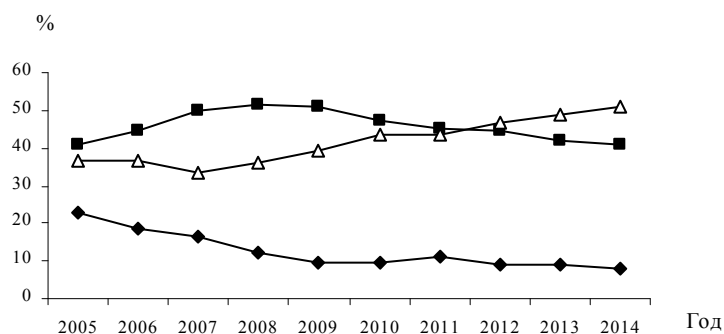


Рис. 3. Динамика возрастной структуры используемых ППТ: —◆— до одного года; —■— от года до 5 лет; —△— 6 лет и более

Примечательно, что ситуация заметно стала ухудшаться с 2008 г. Так, в период с 2008 по 2014 г. доля технологий, используемых до одного года, в совокупности технологий всех направлений, сократилась с 12,3 до 9,7%, используемых от года до 5 лет – с 51,5 до 41,6%. При этом доля технологий, используемых более 6 лет, увеличилась с 36,1 до 50,9%. Рост числа всех технологий (со 184,4 тыс. ед. в 2008 г. до 204,5 тыс. ед. в 2014 г., т.е. на 9,4 тыс. ед., или на 10,9%) явился прежде всего следствием быстрого увеличения числа технологий, используемых шесть и более лет. Отсюда следует важный вывод, что идет негативный процесс, характеризующийся увеличением доли использования устаревающих технологий. По оценке авторов, за период с 2008 по 2014 г. среднее время использования технологий увеличилось с 5,5 до 6,7 года. В связи с этим напомним, что речь идет о технологиях и технологических процессах, управляемых с помощью компьютера или основанных на микроэлектронике, которые, как известно, характеризуются быстро нарастающими темпами морального старения.

Отмеченные тенденции уменьшения доли новых технологий и увеличения доли технологий, используемых в течение длительного времени, во многом характерны для всех направлений их применения. Особенно четко это проявляется относительно технологий, используемых менее года, доля которых, как было отмечено, в последнее время весьма быстро сокращалась (рис. 4). Менее выражены изменения долей технологий, используемых шесть и более лет (рис. 5).

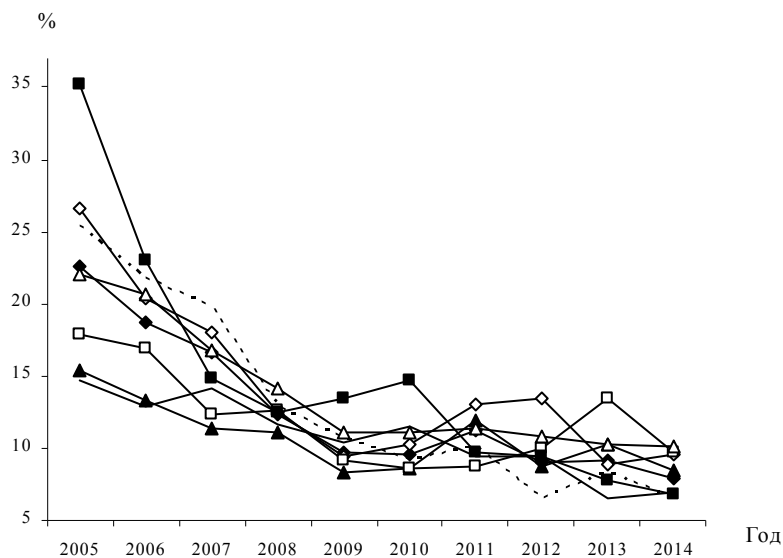


Рис. 4. Доля ППТ, используемых менее года, по направлениям применения:  
 —◆— ППТ, всего; —◇— проектирование и инжиниринг; —▲— производство, обработка и сборка;  
 —□— автоматизированные погрузочно-разгрузочные операции; —△— аппаратура  
 автоматизированного наблюдения (контроля); ——— связь и управление;  
 —■— производственные информационные системы; ——— интегрированное управление и контроль

В частности, в начале текущего десятилетия по технологиям, связанным с производством, обработкой и сборкой, эта доля даже несколько уменьшилась. По технологиям, связанным с применением аппаратуры автоматизированного наблюдения (контроля), в последние пять лет аналогичная доля остается относительно стабильной. Сходная ситуация наблюдалась и в период с 2005 по 2008 г.

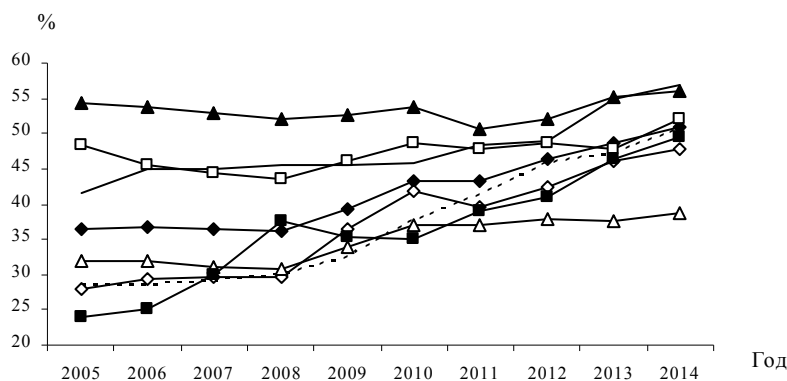


Рис. 5. Доля ППТ, используемых 6 и более лет, по направлениям применения:  
 —◆— ППТ, всего; —◇— проектирование и инжиниринг; —▲— производство, обработка и сборка;  
 --- связь и управление; —□— автоматизированные погрузочно-разгрузочные операции;  
 —△— аппаратура автоматизированного наблюдения; —■— производственные  
 информационные системы; — интегрированное управление и контроль

На основе данных табл. 4, исчисленных в абсолютном выражении, и табл. 2 нами сформирован баланс ввода, наличия и выбытия ППТ в годовом разрезе (табл. 5).

Таблица 5

Баланс ввода, наличия и выбытия ППТ, тыс. ед.

Показатель	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Ввод ППТ*	31,8	31,5	29,9	22,7	19,8	19,5	21,7	17,2	17,6	16,2
Наличие ППТ*	140,9	172,4	198,2	203,0	204,2	221,1	225,0	208,9	209,0	210,0
Выбытие ППТ**	н/д	4,1	17,9	18,6	2,6	17,8	33,3	17,5	15,2	5,5
Справочно: создано ППТ*	0,64	0,74	0,78	0,79	0,79	0,86	1,14	1,32	1,43	1,41

\* Источник информации: [3; 4].

\*\* Расчеты авторов.

Анализ динамики приведенных в табл. 5 показателей позволяет утверждать, что, во-первых, число ежегодно вводимых ППТ имеет явно выраженную тенденцию к сокращению, близкую к среднегодовому выбытию, равному примерно 15 тыс. ед. Во-вторых, именно данная тенденция приводит к отмеченному выше неуклонному росту числа ППТ с периодом эксплуатации шесть и более лет. В-третьих, до сих пор превышение числа вводимых технологий над их выбытием (за исключением 2011 и 2012 гг.) обуславливает достаточно устойчивый рост общего числа используемых ППТ.

Представляется, что в сложившихся условиях для «омоложения» состава ППТ необходимо максимально быстро наращивать число вновь вводимых технологий. Причем исходя из сложившегося уровня выбытия, уже сегодня их число должно составлять как минимум 17-20 тыс. ед. В связи с этим важно отметить, что число вновь создаваемых отечественных технологий лишь недавно превысило 1 тыс. ед. в год (см. табл. 5). При масштабах использования отечественных технологий, достигающих 150 тыс. ед., такое возможно лишь при широком тиражировании создаваемых технологий. Вместе с тем все большее применение в производственных процессах находят технологии, приобретаемые за рубежом. Только за период с 2011 по 2014 г. их доля увеличилась с 21,2 до 29,6%, заметно превысив долю технологий собственной разработки (табл. 6).



Таблица 6

## Структура использования передовых производственных технологий по месту приобретения, %

Показатель	2011 г.			2012 г.			2013 г.			2014 г.		
	Собственные разработки	Приобретенные		Собственные разработки	Приобретенные		Собственные разработки	Приобретенные		Собственные разработки	Приобретенные	
		в России	за рубежом		в России	за рубежом		в России	за рубежом		в России	за рубежом
Число используемых												
ППТ, всего	17,4	61,4	21,2	17,4	57,5	25,1	16,0	56,5	27,6	13,7	56,7	29,6
Проектирование и инжиниринг	23,5	63,7	12,8	24,2	59,9	16,0	24,3	59,7	16,0	20,2	61,6	18,2
Производство, обработка и сборка	23,6	49,3	27,1	25,1	44,9	30,0	23,1	42,0	34,9	20,3	41,4	38,3
Связь и управление	10,3	68,2	21,6	8,6	64,7	26,7	7,2	64,4	28,3	6,4	64,3	29,3
Автоматизированные поточно-разгрузочные операции, автоматизированная транспортировка материалов и деталей	15,9	53,2	30,8	12,9	52,2	34,9	18,9	44,0	37,1	12,7	47,3	40,0
Аппаратура автоматизированного наблюдения и(или) контроля	14,9	63,7	21,4	14,2	60,7	25,0	11,0	58,6	30,4	10,5	59,3	30,2
Производственные информационные системы	19,1	64,5	16,5	19,8	61,1	19,1	20,9	61,5	17,6	20,6	60,4	19,0
Интегрированное управление и контроль	15,4	64,1	20,5	17,3	60,5	22,2	14,1	64,0	21,9	13,8	62,9	23,3

Источники: [4], расчеты авторов

При этом наиболее высока доля зарубежных технологий, применяемых для автоматизации погрузочно-разгрузочных операций и транспортировки материалов и деталей, а также в производстве, обработке и сборке. В то же время наиболее заметно отечественные технологии преобладают над зарубежными в процессах проектирования и инжиниринга (табл. 7).

Таблица 7

Доля передовых производственных технологий, обладающих патентной чистотой, %

Показатель	2011 г.	2012 г.	2013 г.*	2014 г.*
Число используемых передовых производственных технологий, всего	13,5	13,2	4,7	4,7
Проектирование и инжиниринг	16,7	17,2	5,7	5,5
Производство, обработка и сборка	13,2	12,7	4,8	5,5
Связь и управление	11,7	11,1	3,6	3,4
Автоматизированные погрузочно-разгрузочные операции, автоматизированная транспортировка материалов и деталей	14,2	14,1	12,0	6,6
Аппаратура автоматизированного наблюдения и/или контроля	12,9	14,3	6,4	5,8
Производственные информационные системы	16,7	17,1	6,1	5,7
Интегрированное управление и контроль	18,8	14,2	4,0	4,7

\* Число запатентованных изобретений в используемых технологиях.

Источники: [4], расчеты авторов.

Проведенный нами анализ позволяет сделать следующие выводы.

При наличии явно положительной тенденции заметного роста числа используемых ППТ в последние годы начала проявляться негативная тенденция увеличения доли числа технологий, применяемых шесть и более лет, при одновременном сокращении доли числа технологий, применяемых менее года.

Анализ динамики баланса ввода, наличия и выбытия ППТ показывает, что для изменения ситуации в противоположном направлении необходимо максимально быстро наращивать число вновь вводимых технологий не менее 17-20 тыс. ед. в год.

Основную часть используемых технологий составляют технологии отечественной, в том числе собственной разработки. Вместе с тем неуклонно возрастает доля технологий, приобретаемых за рубежом. Однако как отечественным, так и зарубежным технологиям зачастую присуще отсутствие патентной чистоты, что ведет к снижению качества производимой промышленной продукции.

Еще одно соображение касается перечня выделенных в отечественной статистике для учета передовых производственных технологий. Напомним, что в России распоряжением Правительства РФ от 24 июня 2013 г. № 1059-Р был утвержден перечень критических технологий [5], значительная часть которых (технологии создания и обработки композиционных и керамических материалов, технологии создания и обработки кристаллических материалов, технологии создания и обработки полимеров и эластомеров и целый ряд других) носит производственный характер. В связи с этим представляется целесообразным увязать состав технологий, учитываемых в отечественной статистике, с данным перечнем. Вполне вероятно, что практическая реализация вносимого предложения позволит детализировать существующий перечень, расширив его до ста и более позиций. Для сравнения: если изначально в США экспертами были определены 11 ключевых областей, то в дальнейшем они были детализированы до 135 технологий [2].

Учитывая, что сегодня Россия находится в начале пути построения современной инновационной экономики, полагаем, что представленный материал будет способствовать решению ряда методологических проблем в сфере инновационного развития в целом и в частности в области применения передовых технологий.

### *Литература*

1. *Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Перевод на русский язык. Изд. второе, дополненное. М.: Изд-во ЦИСН, 2010.*
2. *Дежина И. Передовые производственные технологии: место России // Экономическое развитие России. 2014. №2. С. 42-45.*
3. *Российский статистический ежегодник. М.: Росстат, 2015. 728 с.*
4. *Данные статистической формы №1-технология «Сведения о разработке и использовании передовых производственных технологий» за 2005-2014 гг. МВЦ Росстата.*
5. *Распоряжение Правительства РФ от 24 июня 2013 г. № 1059-р «О внесении изменений в перечень технологий, имеющих важное социально-экономическое значение или важное значение для обороны страны и безопасности государства» <http://www.cjsultant.ru>*