

УДК 330:101.621.01

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАРОЖДАЮЩЕЙСЯ НАУКОЁМКОЙ ОТРАСЛИ ВАРИАТИВНЫХ СИСТЕМ

ПЕЧЕНИК Алексей Николаевич

аспирант

САЛЬНИКОВ Вячеслав Григорьевич

аспирант

СЕРДЮК Александр Дмитриевич

кандидат физико-математических наук, профессор

ТЕРНЮК Николай Эммануилович

доктор технических наук, профессор

Выбор Украиной инновационного пути развития предполагает вывод ее экономики на новый, более высокий уровень. Последнее требует системной инновационной смены всех составляющих производительных сил, в первую очередь – объектов производства, формирования новых промышленных кластеров и отраслей на основе последних достижений науки и техники.

Современной технической мыслью предлагаются многие решения, внедрение и серийное освоение которых может не только улучшить различные аспекты техники и технологии, но и придать им новое качество. В числе инноваций, которые призваны существенно повлиять на социально-экономическую эффективность многих видов деятельности и на развитие производительных сил, в целом рассматриваются вариативные системы (ВС).

Особенностями этих систем являются возможности изменения скоростных параметров, вызванные наличием управляющих звеньев, а также многовидовость и широкая распространенность, обусловленные их применением в технических средствах, реализующих в качестве универсальных преобразователей субстанциональные и более высокие по иерархии циклы.

Вариативные системы, позволяя управлять эффективно режимами работы техники, обеспечивают гибкую адаптацию технологии к условиям ее использования и тем самым влияют на выходные показатели различных процессов. ВС могут базироваться на реализации различных видов физических эффектов: механических, электрических, электронных, гидравлических, пневматических, магнитных и иных. Выбор лучших ВС требует решение задачи комплексной многокритериальной оптимизации по экономическим, социальным и другим критериям.

Среди многих видов ВС особое место занимают системы, основанные на применении механических вариаторов

[1; 2; 3]. Они имеют ряд существенных эксплуатационных преимуществ по сравнению с другими видами. В последние годы найдены конструктивные решения для механических вариаторов, которые оптимизируют эти устройства по ряду критериев [4]. Однако, несмотря на то, что в мире начали зарождаться производства механических ВС (в частности, в автомобилестроении и сельхозмашиностроении), формируется целая отрасль механических вариативных систем, до настоящего времени не произведена достаточно полная оценка ее социально-экономических характеристик. Это не позволяет оперативно принимать обоснованные управленческие решения и, в конечном итоге, сдерживает приток инвестиций в новую наукоемкую отрасль.

Цель данной статьи – исследовать социально-экономическую эффективность зарождающейся отрасли вариативных систем.

Институциональной особенностью отрасли является возможность реализации полного инновационно-инвестиционного цикла. В рамках данной отрасли выполняется маркетинг, аналитическая и научно-исследовательская работа, производится создание и освоение серийного производства, сбыта, сервиса и ремонта разнообразных типоразмерных рядов ВС различного предназначения.

ВС на базе механических вариаторов – редукторов нового типа, обеспечивающих бесступенчатое регулирование скорости вращения выходного вала, содержат также подсистемы управления и инфраструктурные элементы [4]. В числе основных типов ВС на базе механических вариаторов – автоматические коробки регулирования скорости мобильной техники (в первую очередь – автомобилей), мотор-вариаторы, регулируемые приводы технологических машин и другие.

Механические вариаторы относятся к механизмам с разнообразной структурой. Они могут снабжаться механическими, гидромеханическими или электромеханическими управляющими устройствами для обеспечения плавного изменения передаточного числа (скорости вращения выходного вала) без разрыва потока мощности.

Для проектирования механических вариаторов и ВС на их основе создана специальная теория, а также предложены методики, позволяющие определять структуру и параметры вариаторов исходя из требований заказчиков [5; 6; 7]. Приспособление (инсталляция) вариаторов в изделие (регулирующие приводы) осуществляется традиционными методами.

Механические вариаторы разделяются на устройства фрикционного и нефрикционного типов [2]. Вариаторы фрикционного типа из-за необходимости получения передающей силы на основе процесса трения нуждаются в больших сжимающих усилиях. Вследствие этого такие вариаторы имеют низкий коэффициент полезного действия и нуждаются в специальных высокопрочных материалах. В основу работы механических вариаторов нефрикционного типа положен принцип взаимодействия его элементов нормальными составляющими усилий [4]. Благодаря

этому обеспечивается максимальный коэффициент полезного действия и максимальная несущая способность элементов конструкции. По сложности изготовления, количеству входящих деталей, их геометрии вариаторы – редукторы нового типа соответствуют планетарным, но при этом имеют существенные отличия по функциям вследствие необходимости регулирования числа оборотов выходного вала.

Главными преимуществами механических нефрикционных вариаторов – редукторов нового типа являются:

- плавное бесступенчатое регулирование скорости вращения выходного вала, начиная с нулевого значения;
- возможность объединения в приводе одновременно функции редуцирования и бесступенчатого изменения скорости звеньев;
- снижение металлоемкости приводов по сравнению с традиционными приводами аналогичной мощности;
- надежность, простота изготовления и эксплуатации.

Применение ВС на базе механических вариаторов – редукторов нового типа может позволить:

- отказаться от ступенчатого изменения скорости, а также дорогих и неэффективных немеханических способов регулирования скорости;
- расширить сферу применения регулируемых приводов;
- уменьшить количество потребляемой энергии;
- повысить надежность и долговечность машин и механизмов;
- снизить капиталоемкость и себестоимость приводов;
- создать возможность применения газотурбинных силовых агрегатов в мобильной технике.

Вследствие указанного выше предполагается, что ВС на базе механических вариаторов должны заменить:

- традиционные редукторы, которые имеют постоянную скорость вращения выходного вала;
- коробки передач, дискретно изменяющие скорость;
- регулируемые электроприводы;
- фрикционные и клиноременные вариаторы.

Образцы механических вариаторов для мобильной техники и для регуляторов шага высева универсальных сеялок приведены на рис. 1 и рис. 2 соответственно.



Рис. 1. Общий вид механического вариатора для мобильной техники



Рис. 1. Общий вид механического вариатора для регуляторов шага высева универсальных сеялок

Из вышеизложенного вытекает целесообразность создания в Украине замкнутого производства ВС в специальной отрасли, организованной в форме кластера. Учитывая масштабность ожидаемых потребностей в ВС, в перспективе кластер должен состоять из множества основных специализированных предприятий:

- заводов по производству механических вариаторов общего применения (изготавливают типоразмерный ряд вариаторов различной мощности и скорости вращения для использования в технике в качестве составляющих узлов, различных устройств и машин);

- заводов по производству автоматических коробок передач для мобильной техники (автомобили, тракторы, комбайны, дорожно-строительные машины и другие);
- заводов по производству вариативных систем (изготовление вариатора с системой управления и двигателем) различного применения для широкого круга потребителей;
- заготовительных заводов (обслуживают первые три типа заводов);
- инструментальных заводов (обслуживают первые четыре типа заводов).

Для обеспечения замкнутости инновационно-инвестиционного цикла в состав такого отраслевого кластера должны войти маркетинговые службы, специализи-

рованный научно-исследовательский центр (институт европейского типа), конструкторские бюро, дилерская сеть, полная финансовая структура и обеспечивающая новую отрасль инфраструктура.

Потенциальный мировой спрос на ВС рассматриваемого типа (включая рынки автоматических коробок регулирования скорости автомобилей, тракторов, комбайнов, железнодорожных локомотивов, военной техники, приводов компрессоров, воздуходувок, технологического, горно-шахтного и другого оборудования) составляет свыше 300 миллионов штук. Практически половина этого рынка относится к автомобильной промышленности. Для автомобилей предлагаемые ВС заменяют коробку передач и не требуют применения муфты сцепления.

Потенциальный рынок Украины и стран СНГ по ВС характеризуется данными, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Емкость потенциального рынка ВС по видам изделий для Украины и СНГ

№ п/п	Наименование изделий	Рынок Украины, шт./год	Рынок СНГ, шт./год	Возможная область применения (изделия, содержащие ВС)
1	Автоматические коробки для автомобилей	500 000	2 500 000	Легковые и грузовые автомобили, в том числе с ручным управлением, автобусы, мототехника
2	Автоматические коробки для тракторов	30 000	100 000	Тракторы классов 1,4-7 т. с.
3	ВС для сельхозтехники	20 000	100 000	Экономичные валы отбора мощности, регуляторы шага высева сеялок, приводы агрегатов комбайнов и другие
4	Электромотор-вариаторы	300 000	1 000 000	Лифты, грузоподъемные машины, насосы и другие
5.	ВС для технологических приводов	150 000	300 000	Металлорежущее оборудование, конвейеры, компрессоры, газоперекачивающие станции и др.
	ИТОГО:	1 000 000	4 000 000	

Начальный этап формирования новой отрасли в Украине характеризуется следующими ориентировочными данными о потребностях в ВС.

1. АвтоЗАЗ (г. Запорожье) – 20000 штук автоматических коробок под машины с ручным управлением.
2. ОАО «Красная Звезда» (г. Кировоград) – до 20000 штук в год регуляторов шага высева универсальных сеялок.
3. ЗАО «Укравтозапчасть» (г. Киев) – до 30000 штук в год автоматических коробок для тракторов класса 1,4 т. с.
4. ГП НПО «Южмаш им. А. Макарова» (г. Днепропетровск) – до 3000 штук в год автоматических коробок для тракторов класса 1,4 т. с.
5. Частные предприятия по производству унифицированных электромеханических приводов (г. Харьков) – до 20000 штук в год вариаторов для электромотор-вариаторов.

Имеется также потенциальный спрос на многих российских и белорусских предприятиях: Волжский автомобильный завод (г. Тольятти) – автоматические коробки для легковых автомобилей, Камский автомобильный за-

вод (г. Набережные Челны) – автоматические коробки для грузовых автомобилей типа КамАЗ, Ярославский электро-механический завод (г. Ярославль) – вариаторы для мотор-вариаторов; Тутаевский моторный завод (г. Тутаев) – автоматические коробки для грузовых автомобилей типа КрАЗ; Подольский электромашиностроительный завод (г. Подольск) – регуляторы шага высева для сеялок, Минский тракторный завод (г. Минск) – автоматические коробки и экономные валы отбора мощности и др.

Учитывая указанные потребности в ВС, определим социальную и экономическую эффективность новой отрасли. При этом примем во внимание численные значения их базовых технических характеристик (табл. 2), а также данные по ценам и затратам на организацию производства (табл. 3).

Основные потенциальные социально-экономические характеристики новой наукоемкой отрасли вариативных систем, спрогнозированные на основе данных табл. 1 – 3, приведены в табл. 4.

Расчет количества рабочих мест произведен с учетом объема выработки 200 тыс. долл. США на одно рабочее место. В Украине этот показатель даже на передовых ма-

Таблица 2

Базовые технические характеристики ВС на основе механических вариаторов

№ п/п	Наименования технических характеристик	Единицы измерения	Численные значения
1	Удельная металлоёмкость	кг/кВт	0,5 – 1
2	Коэффициент полезного действия	–	0,93-00,96
3	Удельная экономия энергоносителей	%	10 – 40
4	Инерционность процесса регулирования передаточного отношения (доля диапазона регулирования в процентах за единицу времени)	%/сек	100

Таблица 3

Ценовые и затратные характеристики основных видов ВС с механическими вариаторами

№ п/п	Наименование ВС	Рыночная стоимость ВС, \$ тыс.	Затраты на производство (в расчёте на единицу изделия), \$ тыс.	Требуемый объём инвестиций для имеющегося рынка Украины, \$ млн	Срок окупаемости, лет
1	Автоматические коробки для автомобилей	1–4	0,5–2	250	1,5–2
2	Автоматические коробки для тракторов	3–5	1–2	25	1,5–2
3	Вариаторы для сельхозтехники	0,5–2	0,2–1	5	1,5–2
4	Вариаторы для электромотор-вариаторов	0,5–5	0,2–3	100	1,5–2
5	Вариаторы технологических приводов	0,5–5	0,2–3	10	1,5–2

Таблица 4

Основные социально-экономические характеристики новой отрасли вариативных систем

№ п/п	Наименование социально-экономических характеристик	Единицы измерения	Численные значения		
			мировой рынок	рынок СНГ	рынок Украины
1	Годовой объём производства	млрд долл. США	1000	10,35	2,26
2	Количество требуемых рабочих мест	тыс.	5000	50,1	10,1
3	Экономия энергоносителей	%	25	25	25
4	Рентабельность производства	%	60	55	50

шиностроительных предприятиях ниже в 15 раз. Поэтому для Украины организация производства вариативных систем только для внутреннего рынка повлекла б создание не менее 100 – 150 тыс. рабочих мест непосредственно для изготовления этих изделий. Дополнительные рабочие места были бы созданы в сфере подготовки и обслуживания техники.

Существенное превышение уровнем рентабельности удельной стоимости кредитных ресурсов указывает на инвестиционную привлекательность новой отрасли. Одновременно с этим данная отрасль может рассматриваться как одно из важных направлений по энергосбережению.

Приведенные в таблице 4 показатели социально-экономической эффективности отражают ВС как объекты машиностроения, которые предполагается использовать вместо существующих передаточных устройств. Вместе с тем, эффект может мультиплицироваться, если учесть возможность придания улучшенных эксплуатационных качеств тем изделиям, для которых ВС являются подсистемами (частями). Например, установка автоматических коро-

бок, использующих ВС, на автомобили повышает их цену на 2 – 4 тыс. долл. США. Возможно также применение более экономичных силовых агрегатов в наземной мобильной технике взамен традиционных тепловых двигателей с учетом высокого уровня быстродействия ВС на основе механических вариаторов. Замена систем электронного регулирования скорости вращения асинхронных двигателей электроприводов на ВС рассматриваемого типа позволяет 5-кратно уменьшить затраты на привод и достичь существенного повышения коэффициента полезного действия во всём диапазоне работы системы.

Для организации первой очереди производства ВС на основе механических вариаторов (для легковых автомобилей, тракторов и другой техники) общим количеством до 50 тыс. шт. в год требуется вновь организовать создание до 10 тыс. кв. м производственных площадей, 250 единиц основного технологического оборудования, в том числе 200 единиц металлорежущих станков стоимостью около 25 млн долл. США.

Общие затраты на создание первой очереди производства – до 50 млн долларов США. Ожидаемый объем производства – до 100 млн долларов США. Общее количество занятых работников – до 700 человек.

Производство может быть создано на базе существующих предприятий общемашиностроительного профиля, либо построено на новой площадке. Исходя из критериев эффективности управления, близости к сырьевой базе и кадрового обеспечения, наиболее предпочтительным местом расположения такого предприятия являются города Харьков, Днепропетровск, Полтава и другие, расположенные в промышленных регионах Восточной Украины.

Создание новой отрасли для производства вариативных систем на основе механических вариаторов может позволить получить высокие социально-экономические результаты. Для удовлетворения имеющихся потребностей мирового рынка должен быть обеспечен общий объем производства на уровне 1000 млрд долл. США. При этом необходимо создать около 5,0 млн рабочих мест в машиностроительном производстве.

Инвестиции в новую отрасль могут иметь высокие показатели эффективности вследствие высокой рентабельности производства предлагаемых вариативных систем.

При производстве вариативных систем может быть организован эффект мультипликации прибыли за счет реализации этих систем в системах более высокого иерархического уровня при условии достижения последними нового уровня потребительских свойств.

Литература

1. Есипенко Я. И. Механические вариаторы скорости. – К.: Гостехиздат УССР, 1961. – 220 с.
2. Благонравов А. А. Механические бесступенчатые передачи нефрикционного типа / А. А. Благонравов. – М.: Машиностроение, 1977. – 143 с.
3. Гулиа Н. В., Юрков С. А. Супервариатор – коробка передач будущего. – Автоперевозчик. – 2004. - №1. – С. 42 – 45.
4. Красноштан О. М. Моделювання та визначення основних характеристик автомобільної трансмісії із зубчато-важільним варіатором. Автореферат дис. ... канд. техн. наук. – Х., 2007. – 22 с.
5. Заблонский К. И., Шустер А. Е. Плавнорегулируемые передачи. К., Техніка, 1975. – 272 с. с ил.
6. Воробьева Н. В. Исследование качественных показателей и синтез планетарных вариаторов с автоматическим регулятором скорости механического типа. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. (01.02.02). М., 1975. – 16 с.
7. Зубатий С. С. Розробка методів розрахунку та дослідження міцності та жорсткості механічних варіаторів швидкості: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.09. / Харківський держ. політехнічний ун-т. – Х., 1997. – 15 с.