

УДК 338.3.01

JEL: L23

DOI: 10.18184/2079-4665.2020.11.3.280-293

## Особенности бережливого производства информационного экономического продукта

Олег Николаевич Мельников<sup>1</sup>, Никита Алексеевич Ганькин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, Российская Федерация  
105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1

<sup>2</sup>Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Москва, Российская Федерация  
119571, г. Москва, проспект Вернадского, д. 82

<sup>1</sup>[melnikov@creativeconomy.ru](mailto:melnikov@creativeconomy.ru)

<sup>2</sup>[ngankin@yandex.ru](mailto:ngankin@yandex.ru)

### Аннотация

**Цель.** Основной целью данного исследования является разработка расширенных принципов бережливого производства информационного экономического продукта. Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи: проведен анализ показателя материалоемкости экономических продуктов, исследована структура информационного экономического продукта (далее – ИЭП), проанализированы и расширены традиционные принципы бережливого производства для создания информационного экономического продукта. В качестве объекта исследования выступают современные промышленные предприятия, использующие концепцию бережливого производства и ее аналоги. Предметом исследования являются принципы бережливого производства при создании информационного экономического продукта.

**Метод или методология проведения работы.** Для расчета показателя материалоемкости продукции были применены метод экстраполяции временного ряда и метод эмпирического анализа. При разработке расширенных принципов бережливого производства ИЭП использовались методы абстрагирования и сравнительного анализа. Кроме того, для исследования применялись методы анализа и синтеза, исторический метод, а также элементы факторного анализа.

**Результаты работы.** Рассмотрена и предложена материально-информационная структура экономического продукта. Обоснован характер динамики ее изменения в процессе смены этапов технологического и экономического развития научно-технического прогресса, что позволило аргументировать вектор изменения структуры затрат на создание современного материального продукта с точки зрения повышения информационной и снижения материальной составляющих. Постоянно возрастающие затраты на создание информации все больше характеризуют ее как рыночный продукт, имеющий свою структуру себестоимости, что дало основание классифицировать ее как информационный экономический продукт. В связи с этим была исследована и разработана структура информационного экономического продукта, базирующаяся на анализе понятия «информация» как с позиции организации и управления производством, так и с позиций смежных отраслей знаний. В результате сравнительного анализа были разработаны расширенные принципы бережливого производства ИЭП.

**Выводы.** Анализ показателя материалоемкости выявил тенденцию к непрерывному снижению материалоемкости экономического продукта и росту информационной составляющей. В результате исследования структуры информационного экономического продукта выявлено, что потенциал повышения экономической эффективности современных промышленных предприятий заложен, в первую очередь, в улучшении логической обработки данных. Достичь этого предлагается за счет использования разработанных расширенных принципов бережливого производства ИЭП, среди которых основным является принцип интеллектуально-креативной взаимности.

**Ключевые слова:** бережливое производство, информационный экономический продукт, информация, данные, знания, интеллектуально-креативные ресурсы, доверие, доверительные отношения

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Мельников О. Н., Ганькин Н. А. Особенности бережливого производства информационного экономического продукта // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2020. Т. 11. № 3. С. 280–293  
<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2020.11.3.280-293>

© Мельников О. Н., Ганькин Н. А., 2020



# The Nature of Lean Manufacturing of Information Economic Products

Oleg N. Melnikov<sup>1</sup>, Nikita A. Gankin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation  
5, building 1, 2nd Baumanskaya street, Moscow, 105005

<sup>2</sup>Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow, Russian Federation  
82, Vernadskogo prospect, Moscow, 119571

<sup>1</sup>melnikov@creativeeconomy.ru

<sup>2</sup>ngankin@yandex.ru

## Abstract

*In this article a research of the nature of modern enterprises development is presented, characterized by moving from material-based to information-based economic products. It was discovered that economically developed enterprises have almost exhausted their potential for further growth due to organizational improvements, previously affecting mainly the material part of the economic product. Therefore, studies on improving the efficiency of the production organization of information economic products are becoming more and more relevant.*

**Purpose:** the main purpose of this research is to develop extended principles of lean manufacturing of information economic products. To achieve this goal following tasks were resolved: material intensity analysis was implemented, the structure of information economic product (IEP) was examined, traditional principles of lean manufacturing were reviewed and expanded for information economic product creation.

*The object of the research are modern industrial enterprises that apply the concept of lean manufacturing or similar. The subject of the research are the principles of lean manufacturing for creating an information economic product.*

**Methods:** the time series extrapolation method and the empirical analysis method were used to calculate the material intensity index of products. Abstract and comparative analysis methods were applied to develop the extended principles of IEP lean manufacturing. In addition, methods of analysis and synthesis, the historical method, as well as elements of factor analysis were used for the study.

**Results:** the material and information structure of the economic product is considered and proposed. The nature of the dynamics of its changes in the process of changing the stages of technological and economic development of scientific and technological progress is justified, which allowed us to argue the vector of changes in the structure of costs for creating a modern material product in terms of increasing information and reducing material components. The constantly rising costs of creating information increasingly characterize it as a market product that has its own cost structure, which gave reason to classify it as an information economic product (IEP). In this regard, the structure of the information economic product was studied and developed, based on the analysis of the term of "information" both from the perspective of the organization and operational management and from the perspective of related branches of knowledge. As a result of the comparative analysis, extended principles of IEP lean manufacturing were developed.

**Conclusions and Relevance:** the analysis of the material intensity index revealed a tendency to a continuous decrease in the material intensity of the economic product and an increase in the information component. As a result of the study of the structure of the information economic product, it was revealed that the potential for increasing the economic efficiency of modern industrial enterprises is primarily laid in improving logical data processing. It is proposed to achieve this by using the developed extended principles of IEP lean manufacturing, among which the main one is the principle of intellectual and creative reciprocity.

**Keywords:** lean manufacturing, information economic product, information, data, knowledge, intellectual and creative resources, trust, confiding relationships

**Conflict of Interest.** The Author declares that there is no Conflict of Interest.

**For citation:** Melnikov O. N., Gankin N. A. The Nature of Lean Manufacturing of Information Economic Products. *MIR (Modernizatsiia. Innovatsii. Razvitiie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2020; 11(3):280–293. (In Russ.)

<https://doi.org/10.18184/2079-4665.2020.11.3.280-293>

## Введение

В настоящее время информация стала занимать лидирующее место в экономике, и выступает как особый экономический продукт, который играет решающую роль в функционировании современных промышленных предприятий. Поэтому считать информацию только частью информационного продукта, как это сегодня принято, без учета

особенностей его производства становится явно недостаточным. Данный факт стал основанием для того, чтобы конкретизировать само понятие экономического продукта с целью повышения качества исследования информации как экономического продукта.

Как было нами предложено ранее<sup>1</sup>, под экономическим продуктом следует понимать все блага,

<sup>1</sup> Мельников О.Н., Ганкин Н.А., Есипенко Д.А. Изменение экономической роли информационного продукта при удовлетворении потребности в процессе интеллектуализации материального производства // Экономика, предпринимательство и право. 2019. Том 9. № 4. С. 437–438. doi: 10.18334/epp.9.4.41515

которые производятся для удовлетворения постоянно усложняющихся потребностей рынка. При этом особенностью предлагаемого подхода является тот факт, что экономический продукт всегда имеет как материальную, так и информационную основу. Поэтому экономический продукт, в зависимости от основной удовлетворяемой потребности, следует классифицировать как два отдельных вида экономических продуктов: материальный экономический продукт (далее – МЭП) и информационный экономический продукт (далее – ИЭП). В результате указанного исследования были сформулированы четкие определения данных понятий:

- материальный экономический продукт (МЭП) – это вид экономического блага, основной функцией которого является способность удовлетворять материальные потребности человека в условиях открытого рынка (примерами могут служить автомобили, мебель, бытовая техника, продукты питания и др.);
- информационный экономический продукт (ИЭП) – это вид экономического блага, основной функцией которого является способность удовлетворять информационные потребности человека в условиях открытого рынка (Примерами являются программное обеспечение, книги, техническая документация, реклама и т.д.).

Следует отметить, что, в соответствии с исследованиями современных авторов [1–5], в настоящее время развивается тенденция позиционирования информации не только в качестве продукта интеллектуального труда, обеспечивающего переход к производству высокотехнологичных продуктов нового поколения, но и в качестве инструмента повышения производительности труда при производстве МЭП. В частности, в работе [3] было отмечено, что производство ИЭП является «одной из самых быстрорастущих отраслей экономики». Поэтому исследование производства информации в виде экономического продукта, играющего решающую роль в повышении экономической эффективности функционирования предприятий в условиях информационной экономики, становится актуальной научной задачей.

При этом в конце XX века, в рамках перехода от индустриального общества к информационному, на многих промышленных предприятиях, которые уже познакомились с японским опытом компании Тойота, началось внедрение концепции бережливого производства. Поскольку в это время материальная составляющая в структуре экономического продукта превалировала, внедрение данной концепции было направлено, прежде всего, на минимизацию именно материальных потерь. Важно отметить, что бережливое производство в конце XX века произвело настоящий переворот в области

организации производства, значительно повысив эффективность работы предприятий [6].

Однако, согласно современным исследованиям, сегодня наблюдается тенденция к снижению экономической эффективности от использования традиционной концепции бережливого производства МЭП [7]. На наш взгляд, это происходит из-за роста информационной составляющей в структуре экономического продукта и соответствующего роста информационных потерь. Поэтому усовершенствование концепции бережливого производства, используемой при производстве МЭП, необходимо глубоко исследовать с позиций расширения использования ее принципов при производстве ИЭП.

**Обзор литературы и исследований.** Любой экономический продукт имеет две составляющие: материальную и информационную. Опираясь на структурный анализ Э. Тоффлера [8], который отмечал, что человечество прошло через аграрную, индустриальную и постиндустриальную стадии развития общества, можно утверждать, что любой материальный экономический продукт по мере научно-технического развития становится более интеллектуально насыщенным. То есть информационная составляющая экономического продукта, отражающая рост интеллектуализации труда при создании нового продукта, становится преобладающей по отношению к материальной. Причем сегодня она часто является и самостоятельным информационным экономическим продуктом. Это подтверждает известное научно обоснованное заключение о том, что с развитием промышленной революции информационная составляющая объективно становится доминирующей, резко снижает материальную составляющую многих экономических продуктов, а значит, экономит материальные ресурсы, которые многие годы в экономике рассматривались как основной фактор повышения экономической эффективности производства и всего народного хозяйства. Логично, что сегодня основным фактором повышения экономической эффективности при производстве, в том числе материального экономического продукта, становится экономия информационных ресурсов. Этот факт подтверждается исследованиями Президента Всемирного экономического форума, профессора К. Шваба, который сделал вывод о том, что стоимость информационной составляющей в современных автомобилях достигает 40% стоимости самого продукта, вытесняя материальную составляющую [9]. Поэтому неудивительно, что, согласно более ранним исследованиям, проведенным под руководством академика РАН Н.Н. Моисеева, в настоящее время более 80% временных и стоимостных затрат расходуются именно на работу с информацией [10]. Это еще раз подтверждает факт, что роль информации как экономического

продукта в настоящее время не просто возрастает, а становится решающей. Тем не менее, даже несмотря на увеличение числа исследователей данной проблемы, многими авторами отмечается, что в современном научном обществе до сих пор нет единого понимания таких многоаспектных терминов как «данные», «информация» и «знания».

Так, академик Н.Н. Моисеев утверждал, что «информация» – слишком многогранное понятие, определение которому дать невозможно [10]; Ф. Махлуп не делает различий между понятиями «информация» и «знания», утверждая, что информация – это часть наших знаний [11]. Однако, на наш взгляд, необходимо обратить внимание, что существует принципиальное различие между терминами «данные», «информация» и «знания», которые многими авторами приводятся как синонимы. В частности, в работе философа Т. Стоньера отмечается, что «данные» являются множеством несвязанных фактов и наблюдений [12], а П. Друкер считает, что только наделенные значимостью и целью «данные» становятся «информацией» [13]. То есть, по сути, необработанные «данные» не несут в себе никакой «информации», а являются сухим отбражением происходящих физических процессов.

Сегодня многие авторы все больше обращают внимание на появившиеся признаки четвертой промышленной революции, в основе которой лежит именно работа с информацией, ее производством, обработкой, хранением и передачей. Если при производстве МЭП главным источником потерь всегда является нерациональная организация производственного процесса, то при производстве ИЭП основным источником потерь становится нерациональная организация процесса обработки данных, определяющая качество передачи и приема информации. Именно это определяет экономическую эффективность передачи, восприятия и, в конечном итоге, практического использования информационного продукта. Именно это, на наш взгляд, стало причиной конфликта, приведшего к разрыву отношений двух талантливых основателей всемирно известной компании Apple, С. Джобса и С. Возняка. Они не смогли до конца понять логику передачи информации каждого, что привело практически к полному непониманию решения бизнес-задач друг друга [14].

Существует множество исследований, авторы которых стремятся использовать успешный опыт применения бережливого производства конца XX века в текущей ситуации [15–19]. Действительно, данная концепция позволила бы многим предприятиям значительно повысить производительность

труда и свою эффективность, а следовательно, и улучшить основные показатели результативности деятельности [20–24].

Рассмотрим данную концепцию более подробно. Известно, что она опирается на два основных принципа, заложенных ее родоначальниками, японскими инженерами Сакиди и Кийтиро Тойода [25]:

- Первый принцип – «*дзидока*» (в переводе с японского «*встроенное качество*»), нацелен на обеспечение производства исключительно качественной продукции. Смысл заключается в том, что, в случае появления бракованной продукции, оборудование будет автоматически остановлено и не запущено до тех пор, пока коренная причина брака не будет выявлена и устранена.
- Второй принцип – «*точно вовремя*», необходим, чтобы обеспечить своевременное производство необходимой потребителю продукции. Смысл состоит в том, чтобы производить только ту продукцию, которая необходима потребителю в данный момент времени, в необходимом количестве и в необходимые сроки.

Эффективность достигается путем сокращения издержек за счет значительного повышения качества производимой продукции с использованием минимально возможного количества материальных ресурсов<sup>2</sup> при исключении 7-ми видов основных потерь [25]: запасы, перепроизводство, лишние операции, лишние движения, дефекты, транспортировка и ожидание.

Как можно заметить, в данном перечне присутствуют только потери, связанные с физическими (материальными) процессами, происходящими на предприятиях, которые довольно просто можно идентифицировать в рамках рутинной работы. Однако сегодня, на развитых производствах, ситуация кардинально изменилась. Все большую роль играют интеллектуальные (информационные) процессы, потери от неэффективного использования которых очень сложно найти и измерить. В частности, Дж. Лайкер был одним из первых, кто обратил внимание на один недостающий вид потерь – неиспользованный творческий потенциал сотрудников [26].

**Материалы и методы.** При выполнении работы использовался ряд общенаучных методов (абстрагирования, сравнения, анализа и синтеза), а также специальных методов (экстраполяции, исторический) исследования.

Методы абстрагирования и сравнительного анализа были применены при разработке принципов бережливого производства ИЭП, так как предпо-

<sup>2</sup> Мельников О.Н., Ларионов В.Г., Ганькин Н.А. Основные этапы инновационного развития организации производства с позиций динамики использования принципов бережливого производства // Вопросы инновационной экономики. 2016. Т. 6. № 3. С. 239.

лагалось, что их природа во многом аналогична принципам бережливого производства МЭП.

Для исследования структуры экономического продукта использовались методы анализа и синтеза, на основе всестороннего изучения трудов, посвященных понятию «информация».

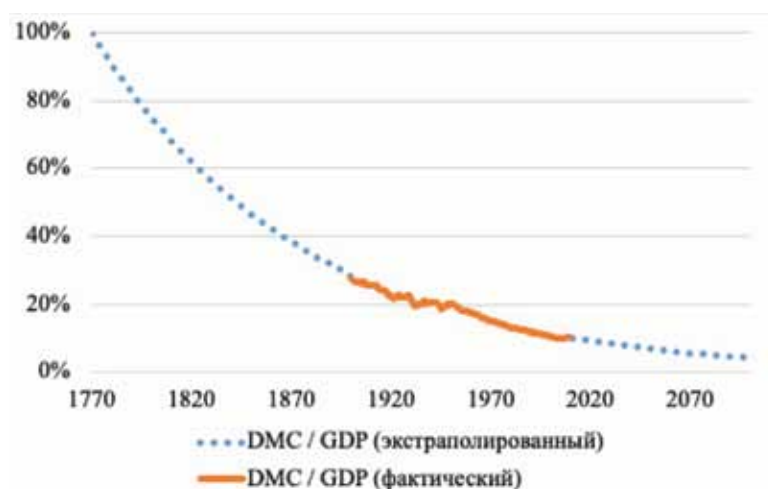
Исторический метод был использован при описании устойчивых тенденций развития промышленности, на базе фундаментальных теоретических трудов в данной области исследования, для проведения дальнейшего анализа структуры современного экономического продукта.

Также в исследовании использовались методы экстраполяции и анализа временного ряда показателя материалоемкости продукции. Эмпирической основой данного анализа послужило исследование Ф. Краусмана, посвященное анализу исторических данных показателя DMC (Domestic Material Consumption – внутреннее потребление материалов) [27], а также рекомендации по расчету показателя материалоемкости Организации Объединенных Наций по промышленному развитию (UNIDO).

Кроме того, был использован факторный анализ для оценки влияния каждой из компонент информационного продукта на эффективность современных промышленных предприятий.

### Результаты исследования

Сегодня, на наш взгляд, ряд аспектов концепции бережливого производства существенно устарели и не учитывают тех исторических особенностей, в рамках которых функционирует современное общество.



Разработано авторами на основе эмпирических данных исследования [27].

Рис. 1. Экстраполированные и нормированные значения показателя материалоемкости продукции (1770–2100)

Developed by the authors based on the empirical research data [27].

Fig. 1. Extrapolated and normalized values of the product material intensity index (1770–2100)

Речь идет о постоянном росте информационной составляющей в структуре экономического продукта. Данная тенденция была показана в работе [27], где автор анализирует, в том числе, динамику значений обобщенного показателя материалоемкости (material intensity), по которому, согласно рекомендациям организации объединённых наций по промышленному развитию UNIDO [28], можно судить о материалоемкости продукции. В исследовании [27] приведены расчетные данные за период с 1900 по 2009 годы для общемировой экономики, используя которые мы подобрали функцию, наиболее корректно описывающую полученный тренд. В нашем случае была выбрана экспоненциальная функция, так как значение достоверности аппроксимации составило  $R^2 = 97,5\%$ . В результате нам удалось построить прогнозные значения показателя материалоемкости (material intensity) на 100 периодов вперед, до 2100 года, и на 130 периодов назад, до 1770 года (см. рис. 1). При этом полученные значения были пронормированы относительно самого раннего значения (1770 год) для наглядности полученных результатов.

Анализируя проиллюстрированные на рис. 1 данные, можно утверждать, что материалоемкость продукции непрерывно снижается с конца XVIII века и по сегодняшний день. По нашему мнению, это происходит благодаря замещению материальной компоненты экономического продукта информационной.

Рассмотрим динамику изменения доли материальных и информационных ресурсов в структуре производства экономического продукта с позиций изменения социальной ответственности производителя при смене экономических эпох (рис. 2).

Информационная составляющая экономического продукта существовала всегда, начиная с аграрного общества. На этом этапе экономического развития она выступала в виде традиций, которые отражали результат многолетних наблюдений за изменениями природных явлений и передавались в виде религиозных знаний из поколения в поколение. Они выражали уровень социального развития общества и регламентировали социальную ответственность производителей экономического продукта, которая контролировалась служителями религиозных культов. В то время информация составляла меньшую долю в экономическом продукте по сравнению с его материальной составляющей. Сог-



Разработано авторами на основе эмпирических данных исследования [27].

Рис. 2. Динамика изменения доли материальной и информационной составляющей в структуре экономического продукта

Developed by the authors based on the empirical research data [27].

Fig. 2. The dynamics of changes in the share of material and information components in the structure of economic product

ласно проведенным нами исследованиям, представленным на рис. 1, в ранний период времени, примерно до первой промышленной революции в 1770 году, материалоемкость продукции была близка к 100%. То есть информационная составляющая практически отсутствовала.

Переход от аграрной эпохи к индустриальной был обусловлен ростом интеллектуально-креативной составляющей, позволившей повысить производительность не только промышленного, но и аграрного труда. При этом одновременно развивались знания – и в том, и в другом виде деятельности, что позволило перейти от ручного труда к массовому производству МЭП, прежде всего, аграрного сектора экономики. Отсюда следует, что развитие каждого следующего экономического этапа происходит за счет того, что имеет место значительный, иногда взрывной рост знаний (интеллекта) в рамках предшествующего этапа. Причем, как правило, это касается либо механизации, либо автоматизации ручного (физического) труда.

В эпоху индустриального общества основной (базовой) информационной составляющей экономического продукта становятся конструкции и технологии, отвечающие требованиям не традиций, как это было в эпоху аграрного развития, а стандартов и нормативов. При этом производственная ответственность за их соблюдение определяется государством (вплоть до уголовной ответственности), а социальная возлагается на производителя.

Это позволило организовать массовое и крупносерийное производство продукции и во многом уравновесило соотношение между материальной и информационной составляющими. Другими сло-

вами, в эпоху индустриального общества, после первой и второй промышленных революций [9], сопровождаемых сначала заменой ручного труда машинным, а затем организацией поточного производства, наметилась тенденция к значительному росту информационной составляющей экономического продукта.

Согласно нашим исследованиям, в данный период (1770–1970) наблюдается наибольшее снижение материалоемкости экономического продукта – со 100% в 1770 году до 15% в 1970 году. Это объясняется тем, что за это время произошли три промышленные революции, определившие указанный тренд.

Смена индустриального этапа развития общества информационным также сопровождается значительным ростом производительности труда при выпуске материального экономического продукта, который обеспечивает возможность перехода от затратного к бережливому производству и выпуску массового продукта с индивидуальными свойствами. Ярким примером выступают аддитивные, или 3-D технологии, которые являются, с одной стороны, результатом значительных интеллектуально-когнитивных затрат, а с другой стороны, здесь велика роль стандартов. Данный вид, как и подобные высокотехнологичные технологии, целесообразно относить к переходному периоду научно-технического развития экономики – от индустриального этапа к информационному.

Наконец, после третьей промышленной революции начинают широко использоваться именно информационные технологии [9], которые и определяют переход к эпохе информационного общества,

где на первый план в качестве информационной составляющей вместо стандартов выходят нормы информационной этики – поскольку социальная ответственность производителя регламентируется обществом, требующим выпускать качественный информационный экономический продукт. То есть контрольные функции качества экономических продуктов объективно переходят к обществу потребителей, уменьшив при этом материальную составляющую экономического продукта до минимума. Ярким примером здесь могут служить изменения вычислительной техники, произошедшие на глазах современного поколения. Поэтому можно утверждать, что в настоящее время наступила эпоха доминирования информационной составляющей в структуре современных экономических продуктов<sup>3</sup>. Отсюда следует, что доля информационной компоненты современного экономического продукта необратимо возрастает. Причем ее рост становится все более интенсивным, что доказывает справедливость перехода общества к информационному этапу своего развития.

Это также подтверждают результаты наших исследований, согласно которым показатель материалоемкости продукции за период с 1970 года по сегодняшний день снизился с 15% до 10% и сопровождается зарождением четвертой промышленной революции.

Грядущая четвертая промышленная революция будет отличаться повсеместным использованием технологий, позволяющих быстро обрабатывать большие массивы данных (искусственный интеллект). Произойдет переход к интеллектуальному обществу, где информационная составляющая будет играть главенствующую роль в структуре экономического продукта. Далее, при переходе от информационного общества к интеллектуальному, повышение производительности труда будет достигаться за счет производства ИЭП. Данный рост будет обеспечиваться за счет перехода от затратного производства уже не материального, а информационного экономического продукта к бережливому производству и выпуску массового ИЭП, но с индивидуальной информацией.

На наш взгляд, данный этап развития общества продлится с 2020 до 2050 года. За данный период, согласно нашим исследованиям, показатель материалоемкости снизится еще на 3%, и составит 7% к 2050 году.

В результате общество, на наш взгляд, должно перейти к креативному этапу своего развития, отличающемуся тем, что ведущую роль в экономике будет

играть креативный класс. Причем, прежде всего, потребуются усилия со стороны нового поколения менеджмента, которое должно будет создавать атмосферу особых доверительных отношений в коллективе, способствующих творческому раскрепощению работников. Смена интеллектуальной эпохи на креативную, когда созидательная деятельность экономической точки зрения становится не просто основной, а вызывающей потребность ее исполнения у большинства работников, будет сопровождаться ростом производительности интеллектуального труда при минимизации интеллектуальных затрат, что приведет к максимизации использования освоенных знаний и откроет возможность к безграничному расширению креативных способностей человека. То есть, наступит «экономика созидания».

Период существования креативного общества, согласно нашим исследованиям, продлится с 2050 по 2100 год, за это время показатель материалоемкости продукции снизится еще на 3%, и в результате составит 4% в 2100 году.

На протяжении всего исследуемого периода, с 1770 года и вплоть до прогнозируемого 2100 года, показатель материалоемкости продукции показывает непрерывное снижение. На наш взгляд, данное падение материалоемкости продукции определяется как развитием технологий, так и снижением производственных потерь. Причем, согласно нашим исследованиям, данная тенденция удовлетворяет принципу убывающей предельной материалоемкости, то есть со временем дальнейшее снижение материалоемкости на 1% достигается все большими трудовыми затратами (рис. 3).

Если в конце XX века достичь повышения эффективности за счет снижения физических действий было довольно несложно, то на сегодняшний день данный потенциал значительно снизился. Очевидно, что, в силу роста информационной составляющей экономического продукта, необходимо обратить внимание именно на данный аспект, как на новый потенциал значительного повышения эффективности работы предприятий.

Рассмотрим основные составляющие информации более подробно. С нашей точки зрения, «данные» можно считать аналогом сырьевых материалов, которые перед тем, как попасть к конечному потребителю, должны пройти через определенную последовательность операций, чтобы приобрести требуемые характеристики для удовлетворения потребности. Развивая подход М. Пората к определению «информация», под которой он понимал обработанные и переданные «данные» [29], наши

<sup>3</sup> Мельников О.Н., Ганькин Н.А. Технологические перспективы организации бережливого производства информационного экономического продукта как основы экономического роста в условиях информационной экономики // Технологическая перспектива в рамках евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста. Санкт-Петербург: Астерион, 2018. Р. 49–53.



Разработано авторами на основе эмпирических данных исследования [27].

Рис. 3. Динамика приращений материалоемкости продукции с 1770 по 2100 год

Developed by the authors based on empirical research data [27].

Fig. 3. Dynamics Of increments in material consumption of products from 1770 to 2100

ранее проведенные исследования показали<sup>4</sup>, что, независимо от того, какое явление «информация» описывает или отображает, она всегда включает в себя условно-постоянную (передаваемые «данные») и условно-переменную (логическая обработка и передача данных) составляющие.

Отсюда следует, что данные приобретают смысл тогда и только тогда, когда субъект, стремящийся их передать, «упаковывает» их в логику событий с целью достижения решения конкретной задачи. Отсюда следует, что «информацию» ( $I$ ) надлежит рассматривать как логическое произведение двух компонент –  $C$  и  $V$ <sup>5</sup>. Это можно назвать универсальной формулой информации:

$$I = C \wedge V,$$

где  $C$  (constant) – данные, выступающие как определенная часть знаний, которую один человек хочет передать непосредственно (при прямом контакте) или виртуально (письменно) своему окружению или обществу в целом (контактно или бесконтактно);

$V$  (variable) – логика представления данных, которая выступает как логическая компонента донесения данных  $C$  до понимания их теми, кому эти данные предназначены (контактно или бесконтактно).

При этом важно еще раз отметить, что «данные» классифицируются как условно-постоянная величина,

так как они отражают объективно зафиксированный результат того или иного конкретного физического или интеллектуального процесса, выбранный субъектом передачи информации, который на его взгляд объективен и может быть передан объекту или группе объектов.

«Логика» же представления этих данных есть величина условно-переменная, так как выбор лингвистического приема передачи (логического объяснения) зависит от уровня интеллектуально-креативного потенциала и субъекта как источника, передающего информацию, так и объекта, воспринимающего информацию (приемника).

Что же касается «знаний», то они, на наш взгляд, являются упорядоченной и структурированной внутренней информацией для человека, которая может быть окончательно представлена в виде его новых знаний. Похожий взгляд на понятие «знания» был описан в работах Д. Бэлла [30]. По сути, информация является первой производной знаний, а данные – первой производной информации:

$$K = I' = C'',$$

где  $K$  – знания,  $I$  – информация,  $C$  – данные.

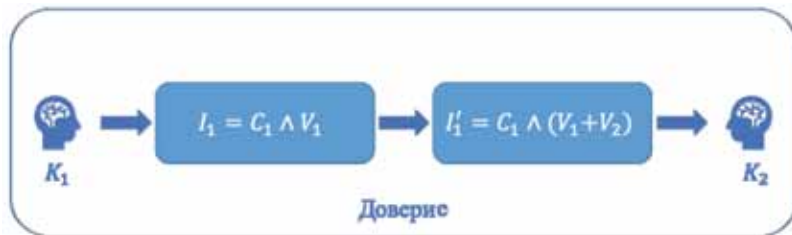
Интересно рассмотреть процесс создания информационной составляющей экономического продукта. Данный процесс гораздо более разнообразный, чем процесс создания материальной составляющей. В частности, новая информационная составляющая может быть создана в процессе обмена информацией от человека к человеку. Данная модель организации обмена информацией в условиях рынка представлена на рис. 4.

Источник знаний (субъект 1) обладает некоторой информацией, которая состоит, как было рассмотрено выше, из данных ( $C_1$ ) и логических связей ( $V_1$ ), с помощью которых субъект обрабатывает имеющиеся данные. Необходимо отметить, что ценность конечной информации зависит именно от качества логического представления данных, которое, в свою очередь, являясь величиной условно-переменной, зависит от теоретических знаний и практического

<sup>4</sup> Мельников О.Н., Ганькин Н.А. Технологические перспективы организации бережливого производства информационного экономического продукта как основы экономического роста в условиях информационной экономики // Технологическая перспектива в рамках евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста. 2018. С. 49–53.

<sup>5</sup> Мельников О.Н., Машнинова Ю.В. Фундаментальная модель организации обмена знаниями в условиях рынка // Российское предпринимательство. 2012. Т. 13. № 14. С. 94–99.





Разработано авторами.

Рис. 4. Модель организации обмена информацией в условиях рынка

Developed by authors.

Fig. 4. Model of information exchange in the market conditions

опыта субъекта 1 и является самой затратной составляющей в процессе создания и передачи информации. Соответственно, чтобы передать часть своих знаний ( $K_1$ ) в виде информации ( $I_1$ ) объекту 1, субъекту 1 необходимо «упаковать» передаваемые данные в логические связи ( $V_1$ ). Далее объект 1 интерпретирует полученную информацию, накладывая на нее свои логические связи  $V_2$ , которые также зависят от его уровня подготовки. В результате, обработанная и структурированная таким образом информация превращается в знания объекта 2 ( $K_2$ ), которые будут отличаться в случае различного уровня подготовки или недостаточного уровня доверительных отношений между субъектом 1 и объектом 1, что приведет к асимметрии информации, рассмотренной в работе нобелевских лауреатов по экономике профессоров Дж. Акерлофа, М. Спенса и Дж. Стиглиц [31–33].

Учитывая вышеописанный механизм обмена информацией, перейдем к исследованию того, как повысить производительность современных предприятий за счет более эффективного производства ИЭП.

Наши исследования показали, что, по аналогии с концепцией бережливого производства МЭП, может быть разработана концепция бережливого производства ИЭП. Миссия данной концепции – успешный переход современного общества на следующий виток развития (индустрия 4.0). Основная цель остается прежней – максимизация ценности для заказчика. Несмотря на то, что цель не изменилась, существует ряд отличий между понятиями ценности при бережливом производстве МЭП и ИЭП (табл. 1).

Таблица 1

Понятие ценности при бережливом производстве МЭП и ИЭП

Table 1

Main differences between the concepts of value in MEP and IEP lean manufacturing

Бережливое производство МЭП	Бережливое производство ИЭП
Минимизация потерь физического труда	Минимизация потерь интеллектуального труда (снижение информационной энтропии)
Сокращение времени выполнения физических операций	Сокращение времени обмена информацией
Обеспечение требуемого качества продукции	Обеспечение соблюдения норм информационной этики
Производство МЭП в срок и в полном объеме	Производство ИЭП в срок и в полном объеме
Создание атмосферы доверительных отношений между руководителем и исполнителем	Создание атмосферы доверительных отношений между субъектом передачи и объектом приема информации

Разработано авторами.

Developed by authors.

Суть предложенной концепции заключается в значительном повышении качества производимой информации с использованием минимально возможного количества информационных ресурсов. Под качеством информации мы понимаем ее соответствие нормам информационной этики<sup>6</sup>.

Рассмотрим, что может быть отнесено к элементам норм информационной этики. Некоторые из них, в частности, приведены в табл. 2.

Все перечисленные в табл. 2 свойства норм информационной этики управляемы со стороны

<sup>6</sup> Мельников О.Н., Машнинова Ю.В. Роль информационной этики в создании экономических продуктов // Научная периодика проблемы и решения. 2013. № 3. С. 6–13.

Таблица 2

**Использование норм информационной этики в зависимости от этапа развития общества**

Table 2

**Usage of informational ethics norms regarding to the stages of society development**

Норма	Аграрное общество	Промышленное общество	Информационное общество
Достаточность	±	+	+
Достоверность	-	+	+
Доступность	+	+	+
Надежность	-	±	+
Полезность	-	+	+
Своевременность	±	+	+
Точность	-	±	+
Устойчивость	±	+	+
Ценность	+	+	+

Разработано авторами.

Developed by authors.

человека, их открытость и контроль со стороны общества сегодня во многом определяет его информационное развитие.

Так, *достаточность* информации, содержащейся в информационном экономическом продукте, определяется уровнем развития образования, поскольку более образованное население требует минимум информации о продукте. В противном случае – информация должна быть максимальной, иначе данный продукт не получит развития своего рынка в данной стране.

*Достоверность* информации обеспечивает постоянство сбыта информационного продукта, поскольку она формирует доверительные отношения между его производителем и потребителем.

*Доступность* информации также является одной из важнейших норм информационной этики, которая, являясь по существу некой интегральной характеристикой, обеспечивает как функционирование рынка ИЭП, так и развитие общества в целом.

*Надежность* информации обеспечивает стабильность функционирования рынка ИЭП; от нее зависит как сохранение доверия потребителя к репутации производителя того или иного информационного экономического продукта, так и потребительские свойства информации (рынок лимонов [31]).

*Полезность* информации определяет ее практическое значение и возможность широкого, в том числе, рыночного распространения среди потребителей.

*Своевременность* поступления информации на рынок ИЭП определяет качество и длительность его

жизненного цикла как важной информационной составляющей любого нового как материального, так и информационного экономического продукта.

*Точность информации* определяет эффективность практического применения ИЭП и его экономическую целесообразность, что, в итоге, обуславливает экономическую эффективность его практического использования.

*Устойчивость информации* определяет безопасность использования ИЭП и стабильность жизненного цикла его существования.

*Ценность информации* является одной из важнейших норм информационной этики, поскольку объединяет в себе как когнитивную, так социальную значимость информации, и часто сначала воспринимается на уровне чувств, а только потом проверяется на практике.

Исходя из вышеперечисленных требований, по аналогии с производством МЭП было выделено три ключевых принципа бережливого производства информационного экономического продукта:

1. *Принцип этичности* для обеспечения качества производства ИЭП. Суть его заключается в том, что перед тем, как попасть к потребителю, информация должна быть проверена на соответствие нормам информационной этики (см. табл. 2).
2. *Принцип «точно вовремя»*, который логично применить и к производству ИЭП. Он заключается в предоставлении продукта в определённое время и в требуемом объеме.
3. *Принцип интеллектуально-креативной взаимности* – означает, что и субъект (источник информации), и объект (приемник информации) должны отвечать принципу эквивалентности их креативных способностей при обмене и практическом использовании передаваемых знаний. Несоблюдение данного принципа приведет к асимметрии информации и проблеме недостаточного уровня доверительных отношений.

Как уже было сказано, «бережливость» в производстве МЭП, прежде всего, сводится к снижению 7-ми основных материальных потерь за счет исключения действий, не добавляющих ценности конечной продукции. При производстве же ИЭП «бережливость» заключается в ускорении восприятия объектом логики переданной ему информации для возможности принятия им оптимальных решений либо по ее обработке и дальнейшей передаче

следующему объекту, либо по ее самостоятельному практическому использованию.

При этом особую роль начинает играть уровень доверительных отношений между субъектом и объектом выступающий существенным фактором, от которого в большой степени будет зависеть степень бережливости производства ИЭП. Хорошим примером является скандал «Дизельгейт», который произошел в 2015 году с автомобильной компанией Фольксваген и привел к такому снижению уровня доверительных отношений, что потребители предпочли скорее брать машину в лизинг, чем покупать, тем самым перекладывая риск дальнейшей перепродажи автомобиля на лизинговую компанию. Последствия утраты доверия потребителей обошлись американскому рынку в 6,44 млрд долларов [34].

### Выводы

С помощью проведенных исследований обобщенного показателя материалоемкости (material intensity) было установлено, что информационная составляющая в структуре современного экономического продукта играет доминирующую роль. Это приводит к тому, что общество переходит сначала к интеллектуальному, а затем и к креативному этапу своего развития, когда созидательная деятельность начинает играть ведущую роль в экономике.

Рассматривая информационную составляющую, было выявлено, что «информацию» (I) надлежит рассматривать как логическое произведение двух компонент – данных (С) и логики их донесения (V), которое можно рекомендовать в качестве универсальной формулы информации. Причем основным источником информационных потерь при производстве информационного экономического продукта является именно логическая обработка данных.

Таким образом, предложено рассматривать производство информационного продукта с учетом возможности применения концепции бережливого производства. Разработанные расширенные принципы концепция бережливого производства направлены именно на снижение информационных потерь, связанных с логическим донесением информации от субъекта к объекту передачи для принятия им оптимальных решений. При этом особую роль играет атмосфера доверительных отношений, которая должна поддерживаться как в рамках компаний, так и в обществе в целом.

По аналогии с производством материального экономического продукта выделено 3 ключевых принципа бережливого производства информационного продукта, использование которых позволит значительно снизить информационные потери современных промышленных предприятий:

- принцип этичности;

- принцип «точно вовремя»;
- принцип интеллектуально-креативной взаимности.

В результате проведенного исследования была расширена концепция бережливого производства, применение которой позволит современным промышленным предприятиям снизить себестоимость создания информационных экономических продуктов за счет снижения информационных потерь и впоследствии выйти на новый виток роста экономической эффективности.

### Список литературы

1. *Петряшов Д.В.* Информационные блага: понятие, экономическое содержание и специфика // РИСК Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. 2013. № 4. С. 281–286. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21144802>
2. *Глозман А.Б.* Современное производство: экспансия информации и принцип инверсионной детерминации деятельности // Философия и общество. 2011. № 1. С. 110–129. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16220605>
3. *Скрипкин К.Г.* Экономика информационных продуктов и услуг. Москва: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2019. 192 p.
4. *Бобков С.П., Власов А.П., Иоффе А.Я.* Формализация понятия «информационный продукт» // Информационные ресурсы России. 2005. № 6(88). С. 17–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11592166>
5. *Олатойе М.Э.* «Информационные продукты» и «информационные услуги» в современном обществе // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. 2009. Т. 5. № 31. С. 196–201. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13023271>
6. *Womack J.P., Jones D.T., Roos D.* The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production. New York: Harper Perennial, Free Press, 1990. 352 p.
7. *Scheel O. et al.* Digital Lean: The Next Stage in Operations Optimization // *A.T. Kearney*. 2015. P. 7. URL: <https://files.kf5.com/attachments/download/31133/7357588/0015d7a0775e9ff36528186cc6b2b>
8. *Toffler A.* The Third Wave. New York: Bantam Book, 1980. 448 p.
9. *Schwab K.* The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum, 2016. 116 p.
10. *Моисеев Н.Н.* Расставание с простотой. Москва: Аграф, 1998. 480 с.
11. *Machlup F.* The Production and Distribution of Knowledge in the United States. New Jersey: Princeton University Press, 1962. 444 p.
12. *Stonier T.* Information and Meaning: An Evolutionary Perspective. London: Springer, 1997. 249 p.
13. *Drucker P.* The Coming of the New Organization // *Harv. Bus. Rev.* 1988. Vol. Jan-Feb. P. 1–11. URL: <https://hbr.org/1988/01/the-coming-of-the-new-organization>

14. *Isaacson W.* Steve Jobs: A Biography. Simon & Schuster Inc, 2011.
15. *Trstenjak M., Cosic P.* Lean Philosophy in the Digitalization Process // MOTSP2018 Conference Proceedings. Zagreb: FSB, 2018. URL: <https://www.researchgate.net/publication/327542498>
16. *Mrugalska B., Wyrwicka M.K.* Towards Lean Production in Industry 4.0 // Procedia Engineering. 2017. Vol. 182. P. 466–473. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.03.135
17. *Küpper D.* et al. When Lean Meets Industry 4.0 // Bost. Consult. Gr. 2017. № 12/17. P. 15. URL: <https://www.bcg.com/publications/2017/lean-meets-industry-4.0>
18. *Wagner T., Herrmann C., Thiede S.* Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems // Procedia CIRP. 2017. Vol. 63. P. 125–131. DOI: 10.1016/j.procir.2017.02.041
19. *Mayr A.* et al. Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0 // Procedia CIRP. 2018. Vol. 72. P. 622–628. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.292
20. *Mourtzis D., Papathanasiou P., Fotia S.* Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry // Procedia CIRP. 2016. Vol. 50. P. 198–203. DOI: 10.1016/j.procir.2016.04.097
21. *Sutari O.* Process Improvement Using Lean Principles on the Manufacturing of Wind Turbine Components – a Case Study // Mater. Today Proc. 2015. Vol. 2. Iss. 4–5. P. 3429–3437. DOI: 10.1016/j.matpr.2015.07.318
22. *Santos Z.G., Vieira L., Balbinotti G.* Lean Manufacturing and Ergonomic Working Conditions in the Automotive Industry // Procedia Manufacturing. 2015. Vol. 3. P. 5947–5954. DOI: 10.1016/j.promfg.2015.07.687
23. *Yang T.* et al. Lean production system design for fishing net manufacturing using lean principles and simulation optimization // Journal of Manufacturing Systems. 2015. Vol. 34. P. 66–73. DOI: 10.1016/j.jmsy.2014.11.010
24. *Das B., Venkatadri U., Pandey P.* Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2014. Vol. 71. Iss. 1–4. P. 307–323. DOI: 10.1007/s00170-013-5407-x
25. *Оно Т.* Производственная система Тойоты. Уход от массового производства: пер. с англ. А. Грязнова, А. Тяглова. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005. 192 с.
26. *Лайкер Д.* Дао Тойота: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / пер. с англ. Т. Гутман. М.: Издат. группа «Точка», 2017. 400 с.
27. *Krausmann F.* et al. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century // Ecological Economics. 2009. Vol. 68. Iss. 10. P. 2696–2705. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.05.007
28. *Upadhyaya S.* Material intensity – a key indicator of sustainable industrialization // EGM on the Indicator Framework for the post-2015 Development Agenda. New York, 2015. P. 1–5. URL: [https://unstats.un.org/unsd/post-2015/activities/egm-on-indicator-framework/docs/Presentation by UNIDO- Example of Sustainable Industrialization SDG Indicator\\_EGM-Feb2015.pdf](https://unstats.un.org/unsd/post-2015/activities/egm-on-indicator-framework/docs/Presentation%20by%20UNIDO-Example%20of%20Sustainable%20Industrialization%20SDG%20Indicator_EGM-Feb2015.pdf)
29. *Porat M.U.* The Information Economy: Definition and Measurement. Washington, 1977. 319 p.
30. *Bell D.* The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting. New York: Basic Books, 1973. 620 p.
31. *Akerlof G.A.* The Market for “Lemons”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism // The Quarterly Journal of Economics. 1970. Vol. 84. Iss. 3. P. 488–500. DOI: 10.2307/1879431
32. *Spence M.* Job Market Signaling // The Quarterly Journal of Economics. 1973. Vol. 87(3). P. 355–374. DOI: 10.2307/1882010
33. *Rothschild M., Stiglitz J.* Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information // The Quarterly Journal of Economics. 1976. Vol. 90(4). P. 629–649. DOI: 10.2307/1885326
34. *Hachenberg B., Kiesel F., Schiereck D.* Dieselgate and its expected consequences on the European auto ABS market // Economics Letters. 2018. Vol. 171. P. 180–182. DOI: 10.1016/j.econlet.2018.07.044

Поступила в редакцию: 22.01.2020; одобрена: 21.09.2020; опубликована онлайн: 30.09.2020

**Об авторах:**

**Мельников Олег Николаевич**, профессор, факультет инженерного бизнеса и менеджмента, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) (105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1), Москва, Российская Федерация, доктор экономических наук, профессор, **ORCID: 0000-0002-9488-7241**, [melnikov@creativeconomy.ru](mailto:melnikov@creativeconomy.ru)

**Ганькин Никита Алексеевич**, аспирант экономического факультета, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (119571, г. Москва, проспект Вернадского, д. 82), Москва, Российская Федерация, **ORCID: 0000-0003-3749-9469**, [ngankin@yandex.ru](mailto:ngankin@yandex.ru)

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

### References

1. Petryashov D.V. Information benefits: concept, economic content and specifics. *RISK Resources, Information, Supply, Competition*. 2013; (4):281–286. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21144802> (In Russ.)
2. Gluzman A.B. Modern production: expansion of information and the principle of inversion determination of reality. *Philosophy and society*. 2011; (1):110–129. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16220605> (In Russ.)
3. Skripkin K.G. Economics of information products and services. Moscow: faculty of Economics, Lomonosov Moscow state University, 2019. 192 p. (In Russ.)
4. Bobkov S.P., Vlasov A.P., Ioffe A.Y. Formalization of the concept of "information product". *Information resources of Russia*. 2005; 6(88):17–18. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11592166> (In Russ.)
5. Olatoye M.E. "Information products" and "information services" in modern society. *Vestnik Moscow State Institute of Culture*. 2009; 5(31):196–201. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=13023271> (In Russ.)
6. Womack J.P., Jones D.T., Roos D. The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production. New York: Harper Perennial, Free Press, 1990. 352 p.
7. Scheel O. et al. Digital Lean: The Next Stage in Operations Optimization // A.T. Kearney. 2015. P. 7. URL: <https://files.kf5.com/attachments/download/31133/7357588/0015d7a0775e9ff36528186cc6b2b>
8. Toffler A. The Third Wave. New York: Bantam Book, 1980. 448 p.
9. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum, 2016. 116 p.
10. Moiseev N. N. Parting with simplicity. Moscow: Agraf, 1998. 480 p. (In Russ.)
11. Machlup F. The Production and Distribution of Knowledge in the United States. New Jersey: Princeton University Press, 1962. 444 p.
12. Stonier T. Information and Meaning: An Evolutionary Perspective. London: Springler, 1997. 249 p.
13. Drucker P. The Coming of the New Organization. *Harv. Bus. Rev.* 1988; Vol. Jan-Feb. P. 1–11. URL: <https://hbr.org/1988/01/the-coming-of-the-new-organization>
14. Isaacson W. Steve Jobs: A Biography. Simon & Schuster Inc, 2011.
15. Trstenjak M., Cosic P. Lean Philosophy in the Digitalization Process // MOTSP2018 Conference Proceedings. Zagreb: FSB, 2018. URL: <https://www.researchgate.net/publication/327542498>
16. Mrugalska B., Wyrwicka M.K. Towards Lean Production in Industry 4.0. *Procedia Engineering*. 2017; 182:466–473. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135>
17. Küpper D. et al. When Lean Meets Industry 4.0. *Bost. Consult. Gr.* 2017; (12/17):15. URL: <https://www.bcg.com/publications/2017/lean-meets-industry-4.0>
18. Wagner T., Herrmann C., Thiede S. Industry 4.0 Impacts on Lean Production Systems. *Procedia CIRP*. 2017; 63:125–131. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.02.041>
19. Mayr A. et al. Lean 4.0-A conceptual conjunction of lean management and Industry 4.0. *Procedia CIRP*. 2018; 72:622–628. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.292>
20. Mourtzis D., Papathanasiou P., Fotia S. Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry. *Procedia CIRP*. 2016; 50:198–203. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.097>
21. Sutari O. Process Improvement Using Lean Principles on the Manufacturing of Wind Turbine Components – a Case Study. *Mater. Today Proc.* 2015; 2(4–5):3429–3437. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2015.07.318>
22. Santos Z.G., Vieira L., Balbinotti G. Lean Manufacturing and Ergonomic Working Conditions in the Automotive Industry. *Procedia Manufacturing*. 2015; 3:5947–5954. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.687>
23. Yang T. et al. Lean production system design for fishing net manufacturing using lean principles and simulation optimization. *Journal of Manufacturing Systems*. 2015; 34:66–73. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2014.11.010>
24. Das B., Venkatadri U., Pandey P. Applying lean manufacturing system to improving productivity of airconditioning coil manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2014; 71(1–4):307–323. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5407-x>
25. Ohno T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. M.: Institute of integrated strategic research, 2005. 192 p. (In Russ.)
26. Liker J. The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. Moscow: Tochka group, 2017. 400 p. (In Russ.)
27. Krausmann F. et al. Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century. *Ecological Economics*. 2009; 68(10):2696–2705. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.05.007>
28. Upadhyaya S. Material intensity – a key indicator of sustainable industrialization // EGM on the Indicator Framework for the post-2015 Development Agenda. New York, 2015. P. 1–5. URL: <https://unstats.un.org/unsd/post-2015/activities/egm-on-indicator->

- framework/docs/Presentation by UNIDO- Example of Sustainable Industrialization SDG Indicator\_EGM-Feb2015.pdf
29. Porat M.U. The Information Economy: Definition and Measurement. Washington, 1977. 319 p.
  30. Bell D. The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting. New York: Basic Books, 1973. 620 p.
  31. Akerlof G.A. The Market for “Lemons”: Quality Uncertainty and the Market Mechanism. *The Quarterly Journal of Economics*. 1970; 84(3):488–500. <https://doi.org/10.2307/1879431>
  32. Spence M. Job Market Signaling. *The Quarterly Journal of Economics*. 1973; 87(3):355-374. <https://doi.org/10.2307/1882010>
  33. Rothschild M., Stiglitz J. Equilibrium in Competitive Insurance Markets: An Essay on the Economics of Imperfect Information. *The Quarterly Journal of Economics*. 1976;. 90(4):629-649. <https://doi.org/10.2307/1885326>
  34. Hachenberg B., Kiesel F., Schiereck D. Dieselgate and its expected consequences on the European auto ABS market. *Economics Letters*. 2018; 171:180–182. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.07.044>

Submitted 22.01.2020; revised 21.09.2020; published online 30.09.2020

*About the authors:*

**Oleg N. Melnikov**, Faculty of Engineering Business and Management, Bauman Moscow State Technical University (BMSTU) (5, building 1, 2nd Baumanskaya street, Moscow, 105005), Moscow, Russian Federation, Doctor of Economic Sciences, Professor, **ORCID: 0000-0002-9488-7241**, [melnikov@creativeconomy.ru](mailto:melnikov@creativeconomy.ru)

**Nikita A. Gankin**, Postgraduate, Economic Faculty, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), (82, Vernadskogo prospect, Moscow, 119571), Moscow, Russian Federation, **ORCID: 0000-0003-3749-9469**, [ngankin@yandex.ru](mailto:ngankin@yandex.ru)

*All authors have read and approved the final manuscript.*

