

УДК 338.32.053.4, 330.322

Экономическое обоснование внедрения аддитивной технологии в технологические процессы производства продукции предприятия

Канд. экон. наук **Шимокхин А.В.** schimokhin@yandex.ru
Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина
644008, Россия, г. Омск, Институтская площадь, д. 1

В статье рассмотрены вопросы касательно экономического обоснования внедрения аддитивной технологии в технологические процессы производства продукции предприятия. Цель работы рассмотреть методику для экономического обоснования внедрения аддитивной технологии в производство продукции предприятия, которая позволит определить оптимальное количество технологических операций для перехода на аддитивную технологию. Рассмотрены изменения материальных затрат при различных вариантах масштаба применения аддитивной технологии в производстве изделия. Приведен обзор предприятий Российской Федерации, которые успешно применяют данную технологию. Рассмотрены факторы, сдерживающие развитие применения аддитивных технологий в производстве. В статье также приводятся характеристики, способствующие распространению данной технологии по показателям: материалоемкость, энергоемкость, точность изготавливаемых деталей, время изготовления. Через показатели энергоэффективности, материалоемкости и времени изготовления изделия получены критерии эффективности внедрения аддитивной технологии. Приведены факторы, влияющие на срок окупаемости при внедрении технологии. В статье получен вывод, что при частичном использовании аддитивной технологии в производстве изделий, в первую очередь аддитивную технологию следует применять для наиболее трудоемких операций или для деталей, точность которых улучшится за счет данной технологии. Практической значимостью обладает, полученное в статье, условие, которое определяет максимальное количество деталей, производство которых экономически обосновано передавать в аддитивное производство при частичном внедрении аддитивной технологии в общую технологическую цепочку производства изделия. При этом срок окупаемости также зависит от факторов: затраты на обучение персонала и нового оборудования, материалов. Таким образом условие целесообразности передачи n -ого числа операций в аддитивную технологию и рассчитанный срок окупаемости инвестиций, по зависимостям приведенным в данной работе, являются критериями внедрения аддитивной технологий на предприятии.

Ключевые слова: аддитивная технология, срок окупаемости, машиностроительные предприятия, инвестиции, экономическое обоснование модернизации производства.

DOI: 10.17586/2310-1172-2019-12-4-13-

Economic substantiation of the introduction of additive technology in the technological processes of production of the production of the company

Ph.D. **Shimokhin A.V.** schimokhin@yandex.ru
Omsk state University agrarian University named P.A. Stolypin
644008, Russia, Omsk, Institutskaya Square, 1

The article discusses issues regarding the economic rationale for the introduction of additive technology in the technological processes of production of the enterprise. Changes in material costs are considered for various options for the scale of application of additive technology in the manufacture of a product: only due to additive technology or partial application. The review of enterprises of the Russian Federation that successfully apply this technology is given. The factors restraining the development of the use of additive technologies in production are considered. The article also provides factors contributing to the spread of this technology, such as: material consumption, energy consumption, accuracy of manufactured parts, and

manufacturing time. Through the indicators of energy efficiency, material consumption and time of manufacture of the product, criteria for the effectiveness of the introduction of additive technology are obtained. The factors affecting the payback period when introducing the technology are given. The article concludes that with the partial use of additive technology in the manufacture of products, first of all, additive technology should be used for the most labor-intensive operations for the manufacture of parts, or for parts whose accuracy will improve due to this technology. A condition has been obtained that determines the maximum number of parts, the production of which is justified to economically transfer to additive production with the partial introduction of additive technology in the general technological chain of product manufacturing. Moreover, the payback period also depends on factors: the cost of training personnel and new equipment, materials. Thus, the condition of expediency of transferring the n th number of operations to additive technology and the calculated payback period of investments, according to the relationships given in this paper, are the criteria for introducing additive technologies in the enterprise.

Keywords: additive technology, payback period, machine-building enterprises, investments, economic justification for modernization of production.

Введение

Аддитивные технологии – новый способ изготовления деталей. В настоящее время Российские и зарубежные предприятия ищут место этой технологии в своем производстве. Вместе с тем актуальным становится вопрос о экономической обоснованности применения этой технологии в различных предприятиях, в том числе машиностроительных.

Данные технологии находят свое применение в энергомашиностроении, авиационной и космической промышленности, кроме того, есть примеры внедрения в медицину: изготовление различных протезов, и многое другое. Одним из факторов, способствующих внедрению, является наличие деталей со сложной геометрией, высокую точность которых может, обеспечить данная технология. Вторым фактором является меньшая материалоемкость, в связи с тем, что почти весь материал уходит в изделия, исключением является так называемые поддержки из того же материала, которые обусловлены самой технологией. К этому же фактору можно отнести то, что собственный аддитивный участок позволит наладить производство деталей, уменьшив количество посредников, поставщиков и соответственные риски, связанные с доставками и стоимостью материалов.

Практика внедрения аддитивной технологии на отечественных предприятиях

Глава АО «Наук и инновации» Алексей Дуб отмечает [1]: «бывают случаи, когда изделие весом 900 г изготавливают из исходной заготовки весом 28 кг. Понятно, что с учетом цены материала стоимость подобных машиностроительных работ будет очень высока. Но можно это сделать фактически без потерь материала и сразу выращивать это изделие». Большой интерес к данной технологии проявляют предприятия металлургии, космической и авиационной промышленности, а также военно-промышленного комплекса, такие как: НПО «Энергомаш», Тихвинский вагоностроительный завод, Уралвагонзавод, Тушинский машиностроительный завод, Воронежсельмаш и другие. В настоящее время аддитивная технология применяется ими только для изготовления прототипов изделия [1].

Так начальник отдела разработки перспективных технологий ремонта «Авиадвигателя» Александр Ермолаев, считает [2]: «Данные технологии открывают возможность изготовления деталей абсолютно любой сложности и геометрии без технологических ограничений. При этом геометрию детали можно менять еще на стадии проектирования и испытания».

Рассмотрим примеры успешного внедрения данной технологии.

Тихвинский вагоностроительный завод (НПК ОВК) реализовал первый в отрасли проект использования аддитивных технологий в своем производстве [3].

С помощью 3D-принтера изготавливаются элементы литейное модельной оснастки, которая применяется для получения при формовке отпечатка в песчаной огнеупорной смеси под последующую заливку металлом. Технология гарантирует высокое качество изделия. Вес изделия может достигать 150 кг, для его производства применяется полимерное сырье. Данный пример показал также третий фактор актуальности применения аддитивной технологии – сокращение времени выпуска крупных элементов оснастки сложной конфигурации до недели, тогда как обычно это может занимать месяц и больше, кроме того традиционный способ механической обработкой материала трудоёмкий и долгий, несет потери при ошибках в изготовлении или конструкции. Четвертым фактором является хорошие показатели энергоэффективности.

Для применения аддитивной технологии предприятие должно выделить сотрудника из конструкторов, которые смогут создавать модели изделий для печати, приобрести необходимые САД-системы в случае их отсутствия, для работы непосредственно с 3D принтером, в зависимости от производства, привлекается рабочий знакомый с изготовлением данных изделий.

ИТ-директор Александр Зданевич НПК «Объединенная Вагонная Компания» считает, что аддитивные технологии найдут свое применение быстрее в предприятиях, которые выпускают штучные товары под конкретный заказ, чем в массовом производстве, хотя аддитивная технология там также находит применение.

Так в пермском моторном заводе «Авиадвигатель» применили еще в 2010 году при изготовлении литых деталей. В 2011 году начали применять аддитивную технологию для ремонта деталей. В 2013 – для изготовления различных металлических изделий. Данное оборудование приобреталось в рамках программы техперевооружения предприятий Объединенной двигателестроительной компании [4]. Данное оборудование будет применяться при создании перспективного двигателя ПД-14 самолета МС-21. Завод также применяет аддитивные технологии при доводке деталей для двигателей наземного применения-газовых турбин-электростанций. Из опыта данного предприятия можно выделить еще один фактор, подтверждающий актуальность аддитивных технологий-изготовление деталей, выполнение которых технически сложно или невозможно существующими традиционными методами обработки заготовок.

КБ «Луч» на конференции по аддитивным технологиям продемонстрировало беспилотный летательный аппарат, все узлы и детали которого были напечатаны с помощью 3D принтера. Причем данная работа заняла всего 30 часов. На всю работу, связанную с проектированием и созданием изделия, ушло два месяца, в то время как традиционно данная работа могла занять больше года.

Опыт применения аддитивной технологии в ЗАО «Промтрактор-Вагон» включает: печать деталей тележки «33», копии этих деталей в уменьшенном масштабе применялись при разработке алгоритмов сборки и проверки точности конструкции новой вагонной тележки [3].

Также технология применяется при изготовлении узлов и деталей вилочного погрузчика в ОАО «САРЭКС». Специалисты предприятий [5] отмечают, что на изготовление натурального прототипа из специального пластилина конструктора тратили недели и месяцы, кроме того, требовались точные измерения, доводка деталей. Аддитивная технология в разы сократило время выполнения данного процесса, позволяет устранить мелкие недочеты, возникающие при проектировании новой продукции. Специалисты [5] отмечают, что технология окупается за счет скорости изготовления прототипов, экономии средств при их доработке по сравнению с изготовлением традиционными методами из металла.

Зарубежная компания BOEING изготавливает более 22 тыс. деталей 300 наименований для летательных аппаратов.

Факторы, влияющие на применение аддитивных технологий в производстве

К факторам, которые сдерживают внедрение аддитивных технологий относят [4–5]:

- ❖ высокая стоимость технологии, которая, впрочем, в процессе развития должна постепенно снижаться;
- ❖ нехватка квалифицированных кадров;
- ❖ отсутствие метрологического обеспечения;

Директор по стратегическому планированию IOV Technologies Андрей Трофимов считает, что следующая бизнес-модель в области аддитивных технологий будет развиваться: появятся компании специализирующиеся на применении аддитивного производства для изготовления тех или иных узлов и деталей, и которые будут предлагать конечному заказчику полный комплекс услуг – начиная с разработки конкретного проекта производства какой-либо детали новым способом до выпуска конечной продукции.

Такие организации могут взять на себя следующие работы:

- ❖ проектирование;
- ❖ адаптация модели к производству;
- ❖ разработка самой технологии производства;
- ❖ опытное производство с выдачей полного набора технической документации для своего заказчика, который затем организует серийное производство;
- ❖ серийное производство.

При увеличении заказов такие предприятия будут развиваться и увеличивать долю. Он также отмечает, что жизнеспособность производства как вида бизнеса все больше определяется гибкостью в адаптации технологических процессов к постоянно меняющимся запросам заказчиков и способностью монетизировать знания и опыт, отвечающие этим запросам.

Такие предприятия будут стремиться замкнуть на себя максимальное количество этапов жизненного цикла изделия от формулирования первоначальной идеи до выпуска конечной продукции:

- сконцентрировать усилия на разработке технологии производства, включая проведение всех необходимых научно-исследовательских и опытно конструкторских работ и стать, таким образом, поставщиком ноу-хау;
- совершенствовать компетенции в области внедрения аддитивного производства под заказ.

Критерии эффективности внедрения аддитивной технологии

Таким образом, для проведения анализа экономической эффективности внедрения аддитивных технологий необходимо отдельно анализировать производство, которое планирует полностью изготавливать конечное изделие на основе аддитивной технологии и для производства, которое планирует частичное применение данной технологии. Одним из аспектов успешного внедрения будет являться наличие квалифицированных кадров. Поэтому отсюда возникают затраты, связанные с обучением персонала. Критерии эффективности внедрения аддитивной технологии можно выразить следующим образом.

Если полностью изделие выполняется аддитивной технологией как, например оснастки для литейного производства

То эффективность аддитивного производства может определиться из следующих соотношений:

$$K_1 = \frac{\mathcal{E}_a}{\mathcal{E}_d} \quad (1)$$

где, K_1 – параметр эффективности внедрения аддитивного производства по энергоэффективности; где \mathcal{E}_a – энергозатраты после внедрения аддитивных технологий для изготовления изделия; \mathcal{E}_d – энергозатраты до внедрения.

$$K_2 = \frac{M_a}{M_d} \quad (2)$$

где, K_2 – параметр эффективности внедрения аддитивного производства по коэффициенту материалоемкости; M_a – материалоемкость изделия после внедрения аддитивных технологий для изготовления изделия; M_d – материалоемкость изделия до внедрения.

$$K_3 = \frac{t_a}{t_d} \quad (3)$$

где, K_3 – параметр эффективности внедрения аддитивного производства по времени изготовления изделия; t_a – материалоемкость изделия после внедрения аддитивных технологий для изготовления изделия, t_d – время изготовления изделия до внедрения.

Тогда условие эффективности выглядит так:

$$\begin{cases} K_1 < 1 \\ K_2 < 1 \\ K_3 < 1 \end{cases} \quad (4)$$

Условие целесообразности передачи n -ого числа операций в аддитивную технологию и срок окупаемости инвестиций

Выполнение данного условия (4) подтверждает эффективность внедрения аддитивного производства, если же условие не выполняется по одному или двум параметрам, то необходимо рассчитать затраты производства изделия, здесь рассматриваются материальные затраты на производство:

$$C_a = \mathcal{E}_a \times C_3 + M_a \times C_M \quad (5)$$

$$D = V_a \times C_a \quad (6)$$

где, C_a – затраты при использовании аддитивного производства изделий, условные ден. ед.; \mathcal{E}_a – энергозатраты при использовании аддитивного производства изделий, квт. час; C_3 – стоимость электроэнергии, условные ден. ед.; M_a – количество материала при использовании аддитивного производства изделий, кг.; C_M – стоимость материала, условные ден. ед.; D – доход от произведенного объема продукции при использовании аддитивного

производства изделий, условные ден. ед.; V_a – объем производства за n -ый период времени, шт.; C_a – стоимость изделия, при использовании аддитивного производства, условные ден. ед.

$$C_T = \mathcal{E}_T \times C_{\mathcal{E}} + \sum_{i=1}^k M_{iT} \times C_{iM} \quad (7)$$

$$D_T = V_T \times C_T \quad (8)$$

где, C_T – затраты при использовании традиционных методов производства изделий, условные ден. ед.; \mathcal{E}_T – энергозатраты при использовании традиционных методов производства изделий квт. ч.; $C_{\mathcal{E}}$ – стоимость электроэнергии, условные ден. ед.; M_{iT} – количество i -ого наименования материала при использовании традиционных методов производства изделий, кг.; C_{iM} – стоимость i -ого материала, условные ден. ед.; D_T – доход от произведенного объема продукции при использовании традиционных методов производства изделий, условные ден. ед.; V_T – объем производства за n -ый период времени при использовании традиционных методов производства, шт.; C_T – стоимость изделия, при использовании аддитивного производства, условные ден. ед.; $i=\{1..k\}$; k – количество наименований материалов.

Тогда экономия средств рассчитывается как разница:

$$\mathcal{E}_1 = C_T - C_a \quad (9)$$

Прибыль от увеличения производства:

$$\Delta D = D_T - D \quad (10)$$

Срок окупаемости определяется через затраты на покупку оборудования P_p , обучение персонала P_e и прибыль за счёт увеличения производства ΔC и экономии средства на материалы и электроэнергию \mathcal{E}_1 . Тогда общая формула для срока окупаемости с учетом ставки дисконтирования [4–8]:

$$T_c = n \quad (11)$$

При этом [9–12]:

$$\sum_{t=1}^n T_c = \frac{(\Delta D + \mathcal{E}_1)_t}{(1+d)^t} \geq P_p + P_e \quad (12)$$

где, T_c дисконтированный срок окупаемости; $t = \{1..n\}$; n – число периодов; d – коэффициент дисконтирования; n – период, год.

Был рассмотрен вариант производства, при котором конечное изделие полностью изготавливается за счет внедренного аддитивного производства.

Рассмотрим вариант, при котором аддитивная технология является частью в общей технологической цепочке производства изделия. В этом случае:

$$C_{an} = \sum_{n=1}^q M_{tn} \times C_{tn} + \sum_{i=1}^w M_{ia} \times C_{ia} + (\mathcal{E}_a + \mathcal{E}_t) \times C_{\mathcal{E}} \quad (13)$$

где, C_{an} – затраты на материалы при частичном использовании аддитивной технологии (n -операций (изготовления деталей) переведено на аддитивное производство) в общей технологической цепочке производства изделия; M_{tn} – количество n -ого наименования материала используемого при традиционном производстве изделия, кг.; C_{tn} – стоимость n -ого наименования материала, используемого при традиционном производстве n изделий; M_{ia} – количество n -ого наименования материала используемого аддитивной технологией при производстве изделий; C_{ia} – стоимость i -ое наименования материала, используемого аддитивной технологией при производстве n изделий; $n = \{1..q\}$; q – количество наименований материалов используемых при традиционном производстве изделия; $i = \{1..w\}$; w – количество наименований материалов используемых аддитивной технологией при производстве изделий.

$$D_c = V_c \times C_c \quad (14)$$

где, D_c – объем производства за n -ый период времени при частичном использовании аддитивной технологии, шт.; C_c – стоимость изделия, при частичном использовании аддитивной технологии, условные ден. ед.

При частичном использовании аддитивной технологии в производстве изделий из анализа мнений специалистов и соответствующей литературы, можно сделать вывод, что в первую очередь аддитивное производство следует применить для наиболее трудоемких операций по изготовлению деталей, или для деталей, точность которых улучшится за счет данной технологии.

При этом срок окупаемости также зависит от вложений на обучение персонала и закупку нового оборудования, материалов [13–15].

Пусть на аддитивное производство отдано n деталей входящих в изделие. Рассмотрим вопрос о целесообразности передачи следующей детали, с меньшей трудоемкостью на аддитивное производство.

В первую очередь проверяем сравнение затрат на производство по формулам (12–13):

$$A(n+1) < A(n) \quad (15)$$

где, $A(n)$ – затраты, рассчитанные по формуле (13) в условиях изготовления n деталей, входящих в изделие, аддитивными технологиями; $A(n+1)$ – затраты рассчитанные по формуле (13) в условиях изготовления $n+1$ деталей, входящих в изделие, аддитивными технологиями.

Если условие соблюдается и данная передача, рассчитанная по общей формуле (13) выполняется, то дальше необходимо рассчитывать срок окупаемости. Если он не увеличился или увеличился в пределах, не превышающих оптимального для предприятия или инвесторов, то можно говорить о целесообразности применения аддитивной технологии для $n+1$ количестве деталей, входящих в изделие. Таким образом выполнение условия (14) и приемлемый срок окупаемости инвестиций являются факторами развития аддитивной технологий на предприятии.

Выводы

В статье рассмотрены методы для экономического обоснования внедрения в технологические процессы производства продукции предприятия. Рассмотрены различные условия применения аддитивной технологии: полностью аддитивное производство изделия и частичное применение аддитивной технологии в производстве.

В первом случае экономическое обоснование основывается на сравнение затрат за периоды и примерную оценку срока окупаемости, а также сравнение качественных показателей. Для второго случая, когда аддитивное производство применяется для каких-то отдельных деталей входящих в изделие, в статье подчеркнута, что аддитивная технология в первую очередь применяется для наиболее трудоемких деталей и для тех точность, которых повысится при изготовлении по данной технологии. Максимальное количество деталей, производство которых обосновано экономически передавать в аддитивное производство определяется условием (15) и расчетом срока окупаемости. Примерами полного изготовления изделия аддитивной технологией можно назвать оснастки для литейного производства. Для изделий, состоящих из n -ого количества деталей, аддитивное производство применяется частично. Как отмечали специалисты [5] аддитивное производство быстрее начнет применяться при единичном производстве это обусловлено тем, что по параметрам качества (точность, время изготовления, материалоемкость и др.) аддитивное производство выигрывает у традиционных методов. Стоимость таких изделий также задает приемлемый для предприятия срок окупаемости. В случае с серийным и массовым производствами аддитивное производство может внедряться с экономическим обоснованием по предложенным зависимостям. Поэтому распространений аддитивной технологии в массовом производстве, с одной стороны, зависит от многих внешних факторов предприятия, включающее: стабильность спроса на изделия предприятия, стоимость материалов и оборудования, другие затраты. С другой стороны, как показано в статье данная технология остается выгодной и будет внедряться при выполнении условия (15), снижения трудоемкости технологической операций, повышения качества деталей.

Литература

1. Романова С., Трипотень Е. Аддитивные технологии в России: Поехали! // Атомный эксперт. 2015. № 6.
2. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении. – М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. 219 с.
3. Буданов Е.В. Достижения и опыт лидера по производству отливок для инновационных вагонов России – Тихвинского вагоностроительного завода // Литейщик России. 2017. № 3. С. 23–30.
4. Муравлев С.П. Аддитивные технологии в авиастроении // Авиационные системы. 2014. № 8. С. 47–48.
5. Дресвянников В.А., Дорофеев В.Д., Страхов Е.П., Скворцова В.А. Состояние теории и методологии управления внедрением аддитивных технологий в промышленности // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2019. № 2 (50). С. 219–230.

6. Фомина Е.А. Метод расчета премии за риск при оценке инновационных проектов/Е.А.Фомина, И.В. Кандаров // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2015. № 2. С. 106–110
7. Фомина Е.А. Экономическое обоснование инвестиций в обновление оборудования/Е.А. Фомина, Ю.Б. Зырянова // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2016. № 5 (133). С. 29-32.
8. Зырянова Ю.Б. Экономическое обоснование инвестиций в обновление оборудования // Финансы Башкортостана. 2016. № 5 (071). С. 71-75.
9. Шимохин А.В. Методика оценки экономической эффективности ремонта промышленного оборудования на основе аутсорсинга // В сборнике: Science, Technology And Life - 2015 Proceedings of materials the international scientific conference. Editors L.I.Savva, A.I. Marasanov, A.V.Podoprigrora, T.G.Gurnovich. 2016. С. 335-339.
10. Сергеев А.М. Экономическое обоснование инвестиций в обновление производственных мощностей/А.М. Сергеев // В сборнике: информационные технологии обеспечения комплексной безопасности в цифровом обществе Сборник материалов Всероссийской молодежной научно-практической конференции с международным участием. Фролова И.В., отв. редактор. 2018. С. 193-199.
11. Липсиц И.В. Инвестиционный проект: методы подготовки и анализа/И.В. Липсиц, В.В. Косов// -М., 2009.
12. Антоненц В.Л. Инновационный бизнес: формирование моделей коммерциализации перспективных разработок / В.Л. Антоненц, Н.В. Нечаева, К.А. Хомкин. - М.: Дело, 2009. – 320 с
13. Ходковская Ю.В., Фомина Е.А., Инсапов И.И. Использование дополнительных методов оценки эффективности бизнес-проектов в нефтегазовой отрасли // Евразийский юридический журнал. 2018. № 2 (117). С. 341-343.
14. Сироткин С.А., Кельчевская Н.Р. Срок окупаемости инвестиционных проектов: проблемы и способы решений // Вестник УГТУ-УПИ. Серия: Экономика и управление. 2009. № 2. С. 100-108.
15. Наумов А.А. О точности оценок срока окупаемости инвестиционных проектов // Theoretical & Applied Science. 2013. № 9 (5). С. 95-98.

Reference

1. Romanova S., Tripoten' E. Additivnye tekhnologii v Rossii: Poekhali! // *Atomnyi ekspert*. 2015. № 6.
2. Zlenko M.A., Nagaitsev M.V., Dovbysh V.M. Additivnye tekhnologii v mashinostroenii. – М.: GNTs RF FGUP «НАМИ», 2015. 219 с.
3. Budanov E.V. Dostizheniya i opyt lidera po proizvodstvu otlivok dlya innovatsionnykh vagonov Rossii – Tikhvinskogo vagonostroitel'nogo zavoda // *Liteishchik Rossii*. 2017. № 3. S. 23–30.
4. Muravlev S.P. Additivnye tekhnologii v aviastroenii // *Aviatsionnye sistemy*. 2014. № 8. S. 47–48.
5. Dresvyannikov V.A., Dorofeev V.D., Strakhov E.P., Skvortsova V.A. Sostoyanie teorii i metodologii upravleniya vnedreniem additivnykh tekhnologii v promyshlennosti // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Obshchestvennye nauki*. 2019. № 2 (50). S. 219–230.
6. Fomina, E.A., Metod rascheta premii za risk pri otsenke innovatsionnykh proektov/E.A.Fomina, I.V. Kandarov // *Ekonomika i upravlenie: nauchno-prakticheskii zhurnal*. 2015. № 2. S. 106–110
7. Fomina, E.A., Ekonomicheskoe obosnovanie investitsii v obnovlenie oborudovaniya/E.A. Fomina, Yu.B. Zyryanova // *Ekonomika i upravlenie: nauchno-prakticheskii zhurnal*. 2016. № 5 (133). S. 29-32.
8. Zyryanova, Yu.B. Ekonomicheskoe obosnovanie investitsii v obnovlenie oborudovaniya/Yu.B.Zyryanova // *Finansy Bashkortostana*. 2016. № 5 (071). S. 71-75.
9. Shimokhin, A.V. Metodika otsenki ekonomicheskoi effektivnosti remonta promyshlennogo oborudovaniya na osnove aoutsorsinga/A.V.Shimokhin // V sbornike: Science, Technology And Life - 2015 Proceedings of materials the international scientific conference. Editors L.I.Savva, A.I. Marasanov, A.V.Podoprigrora, T.G.Gurnovich. 2016. S. 335-339.
10. Sergeev, A.M. Ekonomicheskoe obosnovanie investitsii v obnovlenie proizvodstvennykh moshchnostei/A.M. Sergeev // V sbornike: informatsionnye tekhnologii obespecheniya kompleksnoi bezopasnosti v tsifrovom obshchestve Sbornik materialov Vserossiiskoi molodezhnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Frolova I.V., отв. редактор. 2018. S. 193-199.
11. Lipsits I.V. Investitsionnyi proekt: metody podgotovki i analiza/I.V. Lipsits, V.V. Kosov. -М., 2009.
12. Antonets V.L. Innovatsionnyi biznes: formirovanie modelei kommertsializatsii perspektivnykh razrabotok / V.L. Antonets, N.V. Nechaeva, K.A. Khomkin. - М.: Delo, 2009. – 320 с
13. Khodkovskaya Yu.V., Fomina E.A., Insapov I.I. Ispol'zovanie dopolnitel'nykh metodov otsenki effektivnosti biznes-proektov v neftegazovoi otrasli // *Evraziiskii yuridicheskii zhurnal*. -2018. № 2 (117). S. 341-343.
14. Sirotkin, S.A. Crok okupaemosti investitsionnykh proektov: problemy i sposoby reshenii/S.A.Sirotkin, N.R. Kel'chevskaya // *Vestnik UGTU-UPI. Seriya: Ekonomika i upravlenie*. 2009. № 2. S. 100-108.
15. Naumov, A.A. O tochnosti otsenok sroka okupaemosti investitsionnykh proektov // *Theoretical & Applied Science*. 2013. № 9 (5). S. 95-98.

Статья поступила в редакцию 17.10.2019 г.