

УДК 338.3

*M. R. Усманов*

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегородниинефтепроект», Нижний Новгород,  
e-mail: m.usmanov@internet.ru

## **ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ИНЖЕНЕРНЫМИ ОПЕРАЦИЯМИ ПОСРЕДСТВОМ СОЗДАНИЯ ИНЖИНИРИНГОВЫХ КОМПАНИЙ В НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБОТКЕ И НЕФТЕГАЗОХИМИИ**

**Ключевые слова:** инжиниринговые центры, сравнительный анализ, компании лидеры.

Управление распределенными инженерными операциями посредством создания инженерных центров (инжиниринговых компаний) выступает ключевым фактором, обеспечивающим конкурентоспособность производителей по всей цепочке создания стоимости. Создание центров рассматривается в качестве стратегии доступа к технологиям и опыту производства продукта в глобальном масштабе, вкупе с сопровождающими их R&D-технологиями, новыми организационными структурами и координационными механизмами производственного и корпоративного инжиниринга, концепциями параллельного, совместного и ценностного проектирования, средоточиями передового опыта. Востребованность данных преобразований формирует запрос на проектирование и эксплуатацию инжиниринговых компаний, показателем результативности создания которых, отражающим стратегическую перспективу в контексте исследования, является оценка ежегодных возможностей для бизнеса, полученных в результате развития инжиниринга: получение новых знаний, создание новых технологий продукта, проникновение в новые сегменты рынка, улучшение позиционирования на рынке, вступление в стратегические альянсы или партнерства и другое. Согласно этой позиции, стратегическая оценка эффективности должна в первую очередь проводиться в области передового инжиниринга и генерации концепций систем «продукт-производство» с последующим переходом к НИОКР и детализации продукта.

*M. R. Usmanov*

LUKOIL-Nizhgorodniineftiproekt LLC, Nizhny Novgorod, e-mail: m.usmanov@internet.ru

## **EFFECTIVE MANAGEMENT OF DISTRIBUTED ENGINEERING OPERATIONS BY ESTABLISHING ENGINEERING COMPANIES IN OIL AND GAS REFINING AND PETROLEUM CHEMISTRY**

**Keywords:** engineering centers, comparative analysis, leading companies.

The management of distributed engineering operations through the creation of engineering centers (engineering companies) is a key factor in ensuring the competitiveness of manufacturers along the entire value chain. The creation of centers is seen as a strategy for accessing technology and product manufacturing expertise on a global scale, coupled with the accompanying R&D technologies, new organizational structures and coordination mechanisms for manufacturing and corporate engineering, concepts of parallel, collaborative and value design, centers of excellence. The demand for these transformations generates a request for the design and operation of engineering companies, an indicator of the effectiveness of the creation of which, reflecting a strategic perspective in the context of the study, is the assessment of annual business opportunities obtained as a result of engineering development: obtaining new knowledge, creating new product technologies, penetrating new segments market, improving market positioning, entering into strategic alliances or partnerships, and more. According to this position, strategic performance assessment should primarily be carried out in the field of advanced engineering and the generation of concepts for product-production systems, followed by a transition to R&D and product detailing.

### **Введение**

Изменения в инженерном ландшафте в последние два десятилетия связаны с проектированием и эксплуатацией глобальных инженерных сетей, с созданием распределенных по всему миру инженерных цен-

тров, приближенных к рынкам сбыта, базам знаний и ресурсам в глобальном масштабе; ускорением инженерных процессов производителей в ответ на быстро меняющиеся рынки и появляющиеся технологии в условиях развития сетевого сотрудничества,

аутсорсинга и офшоринга. Тенденция к сервисированию в производственных секторах обуславливает рост стоимости конечного продукта: от проектирования и сборки до обслуживания и поддержки. Современные инженерные управленческие подходы для решения новых задач и возникающих возможностей, такие, как параллельное и совместное проектирование, центры передового опыта и виртуальные команды, предлагаются в качестве стратегии поддержки рынка или доступа к технологиям / опыту в глобальном масштабе. При этом развитие инженерных практик, коммуникационных и информационных технологий способствует развитию концепции инжиниринга операций, отличающихся от традиционных подходов к инженерному менеджменту. Останавливаясь подробнее на дефиниции «инжиниринг» (Enterprise Engineering (EE), определяем ее как [3,9,10]:

- искусство определения, анализа и реализации бизнес-процессов на протяжении всего жизненного цикла с целью повышения конкурентоспособности предприятия в рыночной среде. То есть инжиниринг определяет, структурирует, проектирует и реализует операции предприятия посредством формирования бизнес-процессов, которые включают в себя оперативную информацию, ресурсы и организационные отношения;
- дисциплину, применяемую при осуществлении любых усилий по созданию, изменению или реорганизации любого предприятия;
- совокупность знаний, связанных с анализом, проектированием, внедрением и эксплуатацией всех элементов в рамках хозяйственной деятельности (Международное общество инженерии предприятий – ISEE), включая моделирование систем «продукт-производство», анализ затрат, анализ рабочих процессов, управление качеством (TQM), оперативное управление (ЛТ), управление изменениями и анализ добавленной стоимости;
- интегрированный набор методов изменений, соответствующих различным уровням изменений на предприятии: улучшениям отдельных задач (TQM), перепроектированию существующих процессов и процедур; переосмыслению сквозных бизнес-процессов, стремящихся к значительному повышению эффективности за счет структурных изменений (переосмысление потока

создания ценности); переосмыслению фундаментальной и интегральной структуры всего предприятия, включая увеличение или уменьшение бизнес-единиц; стратегическому видению, где весь контекст проверен или изменен;

- подход к постоянным изменениям инженерных возможностей на профессиональном уровне, поддержку интегрированного состояния предприятия.

Сравнительный анализ показывает, что дефиниции существенно различаются между собой по своему охвату и направленности, фокусируясь на методах, изменениях, архитектуре инженерных сетей, на стратегии развития и операционном менеджменте.

В рамках данного исследования рассматриваем инжиниринг в контексте теории систем и инженерных методов проектирования и поддержки продукта производства в течение его жизненного цикла, обеспечивающего научную основу для интегративного производства, что позволяет выдвинуть на первый план конкретную сторону вопроса исследования – развитие инженерных возможностей производства посредством создания инжиниринговых компаний и повышения их результативности (эффективности).

### **Материалы и методы исследования**

Фокус на характеристиках инженерных компаний, методах управления распределенными инженерными операциями, изменениях в организационной структуре, архитектуре инженерных сетей, на стратегии развития и операционном менеджменте.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

На насыщенных рынках конкурентоспособность производственных компаний обеспечивается в первую очередь за счет формирования ориентированных на рынок продуктовых инноваций [11], инжиниринга систем и заставляет многих игроков создавать в качестве самостоятельных хозяйственных единиц – центров ответственности – инжиниринговые компании. Об этом свидетельствуют данные открытых источников.

Для сравнительного анализа приведём основные характеристики отдельных мировых инжиниринговых компаний – лидеров отрасли (таблица 1).

Таблица 1

Характеристики инженерных компаний – мировых лидеров по отраслям в сравнении [6]

Наименование компании / описание	География бизнеса	Численность персонала	Выручка
HoneywellUOP, США (основана в 1906 г.) – ведущий международный поставщик и лицензиар технологий переработки, катализаторов, адсорбентов, оборудования и консультационных услуг для нефтеперерабатывающей, нефтехимической и газоперерабатывающей отраслей.	970 офисов в 70 странах. В России – 20 офисов и более 1000 сотрудников.	115 278 сотрудников (2021 г.) по всему миру, из которых более 18 000 инженеров	Выручка – \$96,2 млрд (2021 г.), чистая прибыль – \$ 4,8 млрд (2016).
Thyssenkrupp, Германия (основана в 1811 г.) – немецкий транснациональный конгломерат, специализирующийся на промышленном машиностроении и производстве стали. Лицензиар технологий и оборудования нефтегазохимических производств.	Штаб-квартира в Эссене, Германия. Офисы и дочерние компании в 80 странах мира.	Численность – 178 125 сотрудников (2021 г.). В России – 356 сотрудников.	Выручка – € 52,36 млрд (2021 г.).
FluorCorporation, США (основана в 1912 г.) – международная инженерная и строительная компания (ЕРС-подрядчик). Холдинговая компания предоставляет услуги через дочерние компании в следующих областях: нефть и газ, промышленность и инфраструктура.	Представительства в 25 странах. 30% доходов приходится на проекты в США. 40 лет в России.	58123 сотрудников (2011 г.)	Выручка – \$19,5 млрд (2019 г.), активы – \$9,3 млрд (2019 г.).
McDermottGroup, США (основана в 1923 г.) – международная инженерная компания, осуществляющая свою деятельность на американском континенте, в Африке, Ближнем Востоке, России, каспийском и азиатско-тихоокеанском регионах.	Офисы в 54 странах мира.	Более 70 000 сотрудников (2020 г.), включая 40 000 сотрудников CB&I.	Выручка – \$8,131 млрд (2020 г.). Задолженность – \$20,5 млрд (2020 г.).
		Более 40 000 сотрудников (2021 г.).	Выручка – \$ 9,3 млрд (2021 г.)
LummusTechnology (принадлежит McDermott) – инженерная компания, производитель и поставщик машиностроительной продукции для нефтехимической отрасли, лицензиар технологий для нефтехимических, нефте- и газоперерабатывающих производств (около 3400 патентов).	Центральное производство – Джорджия и 8 филиалов в США, а также представительства в Австралии, Бразилии, Китае, Индии, России.		
TechnipFMC, Франция, США (Technip основана в 1940 г., TechnipFMC – образована в 2017 г. в результате слияния FMC Technologies, США и Technip, Франция) – мировой лидер в области инженеринга и строительства. Имеет портфель современных разработок и технологий, располагает операционными центрами и промышленными объектами	Имеет центры на 5 континентах в 48 странах мира, в том числе в России	Более 37 000 сотрудников (2021 г.)	Выручка – \$18 млрд (2020 г.).
MitsubishiHeavyIndustries, Япония (основан в 1870 г., входит в MitsubishiGroup) – транснациональная инженерная компания, технологическая и производственная база которой позволяет предложить разнообразный инженеринг в судостроении, производстве металлоконструкций, энергетических систем, оборудования для аэрокосмических систем, тяжелого машиностроения, нефти и газа и т.д.	Япония (Токио – штаб-квартира) и еще 8 представительств за пределами Японии, включая Узбекистан (Ташкент).	MHI – 80 744 (по состоянию на 31 марта 2019 года). Всего в MitsubishiGroup – 350 000 (2010).	Выручка – \$33,9 млрд (2018 г.). Выручка Mitsubishi Group \$532,6 млрд или 10% от ВВП
SNC-Lavalin, Канада (основан в 1911 г.) – ЕРС-подрядчик для различных отраслей промышленности, включая горнодобывающую, металлургическую, нефтегазовую, водную, инфраструктурную и экологически чистую энергетику.	Офисы в более чем 50 странах мира. Операционная деятельность в более чем 160 странах мира.	52 435 сотрудников (2021 г.)	Выручка – \$9,37 млрд (2020 г.), прибыль – \$1 млрд.
LindeEngineering (основан в 1879 г., входит в LindeGroup) является ведущим технологическим партнером при проектировании и строительстве заводов по всему миру (ЕРС-подрядчик). Группа имеет более 1000 патентов на технологические разработки и 4000 завершенных проектов заводов.	Более 600 дочерних компаний в более чем 100 странах мира, из них 256 – «Газы», 102 – «Техника и технологии».	90 500 сотрудников, из которых Linde – 64 500 человек в 100 странах мира, Praxair – 26 000 чел. в более чем 50 странах мира.	Выручка Linde – \$21,8 млрд (2019 г.). Выручка Praxair – \$13,6 млрд (2019 г.).

Оценка инженерных возможностей производства в контексте создания инжиниринговых компаний на примере отдельной отрасли – нефтегазопереработки и нефтегазохимии – подтверждает целесообразность выводов:

1. Динамика мирового рынка инжиниринга в отрасли значительно опережает динами-

ку роста экономики [12]: \$260 млрд в 2006 г. (FIDIC), \$530 млрд в 2012 г. (IBISWorld), \$1 трлн – прогноз на 2020 г. (NASSCOM и Booz&Co). Темп роста российского рынка инжиниринга составляет в среднем 8% в год. Сравнение развития рынка в России и в мире показано в таблице 2.

Таблица 2

Объем рынка инжиниринга в мире и в России\*

№	Показатель	Ед.изм.	Факт 2019	Прогноз 2023	Источник
1	Объем мирового рынка инжиниринга (EPC)	\$млрд в год	750	1000	IBISWorld, NASSCOM и Booz&Co
2	Темп роста мирового рынка инжиниринга (прогноз)	%	19%	14%	
3	Объем рынка инжиниринга в России (EPC), в том числе:	Рмлрд в год	2 800	3300	Минпромторг РФ, дорожная карта Правительства РФ в области инжиниринга и промышленного дизайна
		\$млрд в год	44	51,92	
4	Крупные проекты в России, в том числе:	%	80	94	экспертная оценка
		\$млрд в год	35	41,3	
5	Средние и мелкие проекты в России, в том числе:	%	20	23,6	
		\$млрд в год	9	10,62	
6	Объем ПИР и НИОКР в нефтегазопереработке и нефтегазохимии, в том числе:	Рмлрд в год	140	148,4	дорожная карта Правительства РФ в области инжиниринга и промышленного дизайна, экспертная оценка
		\$млрд в год	2,2	2,33	
7	Объем СМР в нефтегазопереработке и нефтегазохимии	Рмлрд в год	560	588	
		\$млрд в год	8,8	9,24	
8	Объем оборудования в нефтегазопереработке и нефтегазохимии	Рмлрд в год	700	н.д.	
		\$млрд в год	11,0	н.д.	
9	Совокупный объем (EPC):	Рмлрд в год	1400	1582	
		\$млрд в год	22	35	

\* Составлено на основе аналитического отчета «Исследование рынка инжиниринговых, проектных работ и услуг в отраслях газопереработки, нефтепереработки, нефтехимии в Российской Федерации» (февраль 2020 года) – ООО «РАИ».

Таблица 3

Данные по рынку инжиниринга в области нефтегазопереработки и нефтегазохимии (по видам деятельности)\*

Российские инжиниринговые компании	Совокупная численность персонала	Выручка за 2019 год
Всего в инжиниринге нефтегазохимии работает порядка 200 российских компаний, 40 из которых входят в 8 инжиниринговых блоков крупных ВИНКов, занимающих 80% рынка (без учёта иностранных игроков).	Порядка 50 000 человек (по данным 2018 года), из которых 30 000 – сотрудники инжиниринговых блоков ВИНКов	Выручка – \$26,8 млрд, прибыль – \$120 млн

\* Составлено на основе аналитического отчета «Исследование рынка инжиниринговых, проектных работ и услуг в отраслях газопереработки, нефтепереработки, нефтехимии в Российской Федерации» (февраль 2020 года) – ООО «РАИ».

Таблица 4

Оценка ёмкости российского рынка инжиниринга  
в области нефтегазопереработки и нефтегазохимии

Показатель	Уд.вес от сарех (%)	Выручка	
		Млн руб.	\$ млн
Проектирование и НИОКР*	10%	135 425	2 130
Строительство	40%	541 700	8 521
Оборудование	50%	677 125	10 652
Итого:	100%	1 354 250	21 303

\* База для оценки объема проектирования и НИОКР – данные бухгалтерской отчетности за 2018 год. Строительство и оборудование – экспертная оценка (по удельному весу каждого вида работ в общем объеме капитальных затрат).

Таблица 5

Показатели развития российского рынка инжиниринга  
в нефтегазопереработке и нефтегазохимии\*

Наименование	Доля рынка (%)	Рентабельность НИОКР* (%)	Численность персонала (чел.)
В целом российский рынок инжиниринга, в том числе:	100%	1,9%	43 208
Инжиниринговый блок ПАО «Сибур» и ПАО «Новатэк»	7,2%	9,0%	3 000
Инжиниринговый блок ПАО «НК «Роснефть»	28,0%	5,7%	13 619
Инжиниринговый блок ПАО «Сургутнефтегаз»	1,4%	8,1%	447
Инжиниринговый блок ПАО «Газпром»	13,3%	-15,0%	7 465
Инжиниринговый блок ПАО «ЛУКОЙЛ»	13,8%	8,2%	3 999
Инжиниринговый блок ПАО «Татнефть»	2,0%	0,0%	900
Инжиниринговый блок АО «Зарубежнефть»	1,7%	2,1%	1 029
Инжиниринговый блок ПАО «Транснефть»	12,6%	0,3%	4 107
Другие российские инжиниринговые компании (экспертная оценка)	20%	4,7%	8 642

\* Составлено на основе аналитического отчета «Исследование рынка инжиниринговых, проектных работ и услуг в отраслях газопереработки, нефтепереработки, нефтехимии в Российской Федерации» (февраль 2020 года) – ООО «РАИ».

2. Российский рынок инжиниринга характеризуется преобладающей долей инжиниринговых подразделений крупных нефтегазовых компаний [1,8]. Лидеры отрасли представляют собой инжиниринговые блоки «Сибура» / «Новатэка», «Роснефти», «Сургутнефтегаза», «Газпрома», «ЛУКОЙЛА», «Татнефти», «Зарубежнефти» и «Транснефти» (таблица 3).

Оценка ёмкости российского рынка инжиниринга в области нефтегазопереработки и нефтегазохимии (по видам деятельности) представлена в таблице 4.

Независимые инжиниринговые компании занимают около 20% рынка России. В Российской Федерации работают более сотни иностранных инжиниринговых ком-

паний – это североамериканские, европейские и азиатские компании. Всего в инжиниринге нефтегазохимии работает около 200 российских компаний, 40 из которых входят в 8 инжиниринговых блоков крупных ВИНКОв, занимающих 80% рынка (без учёта иностранных игроков). В проектировании заняты около 52 000 человек (по данным 2019 года), из которых 30 000 – сотрудники инжиниринговых блоков ВИНКОв [4].

3. Мощным показателем результативности, отражающим стратегическую перспективу развития отрасли, является оценка ежегодных возможностей для бизнеса, полученных в результате развития инжиниринга: получение новых знаний, создание новых технологий продукта. Наиболее рас-

пространенными являются те, которые используются в литературе по бережливому производству [7]: время разработки, производительность, общее качество продукции, время выполнения, стоимость, а также обеспечение прогресса проекта в соответствии с целями, связанными с процессом – например, эффективное управление технологией для создания непрерывного потока конкурентоспособных продуктов и пр. [2,7].

Оценка экономической эффективности основных операторов российского рынка инжиниринга в нефтегазопереработке и нефтегазохимии (в части проектирования и НИОКР, без учета СМР и оборудования) представлена в таблице 5.

### Выводы

Все стратегические меры требуют идентификации какого-либо результата (знания, применяемая технология, прототип продукта и т.д.), который необходимо проанализировать и оценить с точки зрения стратегической ориентации на бизнес. Важной целью стратегической перспективы является избежание слишком большого внимания к краткосрочной перспективе, обусловленной оправданной финансовой точкой зрения и слишком большого количества «хороших знаний о направлении, но нехватки научных и технических знаний» – исходя из точки зрения клиента. Согласно этому аргументу:

1) опосредованная тактическая оценка эффективности должна проводиться с позиции инвестиционной привлекательности нефтегазохимических инвестиционных проектов. В России – это участие [5,8]:

– российских государственных инвестиционных фондов (Фонд развития промышленности Минпромторга РФ, РФПИ (входит в Группу ВЭБ), АО «Инфра ВЭБ» (создано в 2018 году на базе ОАО «ФЦПФ»), Российско-китайский инвестиционный фонд, Российско-китайский фонд стратегических инвестиций);

– иностранных государственных инвестиционных фондов (China Investment Corporation (является крупнейшим акционером ведущих китайских банков и страховых компаний с капиталом \$653 млрд), китайская корпорация по управлению активами Huarong (крупнейшая управляющая компания Китая с активами в \$225 млрд) и других);

– российских частных инвестиционных фондов (инвестиционная компания

«А1 Групп» (входит в «Альфа-Групп»), венчурный фонд «Лидер-инновации» и другие);

– иностранных частных инвестиционных фондов (An AnInternationalLimited, Horu, Norinco, PanjinSincen, GenFund, DongYingheliInvestmentandDevelopment, Migao, Сямэнская южная инвестиционная корпорация «Океан», BluestoneGroup и другие);

– российских банков (ГК «Внешэкономбанк», «Сбербанк», «Газпромбанк», «ВТБ», «Альфа банк», «Открытие», «Промсвязьбанк», «Евразийский банк развития» и другие);

– иностранных банков, активно финансирующих инвестиционные проекты в России и странах СНГ («Банк развития Китая» ChinaDevelopmentBank, «Эксим банк Китая», BankofChina, ZhongyuanBank, BankofTokyo-Mitsubishi, ЕБРР (основной акционер «Иркутской нефтяной компании»), немецкий Commerzbank, CreditSuisse, швейцарский CommerzbankAG, DeutscheBank, UniCredit-BankAG, BayerischeLandesbank, Landesbank-Baden-Württemberg, DZBANKAG, чешский CSOB, IntesaSanpaolo, INGGroup);

– экспортно-кредитных агентств (Euler-Hermes – мировой лидер в области страхования и управления дебиторской задолженностью, а также признанный эксперт в сфере кредитного страхования с долей мирового рынка гарантий 34%), российское «ЭКСАР» (входит в Группу ВЭБ), «Экспортное агентство Китая», швейцарское SERV, итальянское SACE и другие);

– off-take-компаний (Sojitz Corporation, Marubeni Corporation, Winmar International и других);

2) среднесрочная оценка эффективности должна в первую очередь проводиться в области передового инжиниринга и генерации концепций в области «Переработка и сбыт»:

– инженерно-консультационный инжиниринг (услуги методологического центра, услуги технического контроля за реализацией крупных инвестиционных проектов в сегменте «Переработка и сбыт», включая экспертизу смет, координацию деятельности партнеров);

– финансово-консультационный инжиниринг (с привлечением партнеров), координация деятельности партнеров;

– строительно-консультационный инжиниринг (с привлечением партнеров), координация деятельности партнеров;

– риск-инжиниринг;

- концептуальный инжиниринг (разработка предварительных технико-экономических оценок, включая формирование стоимости ПИР, организация работ по приемке документации иностранных инжиниринговых компаний и адаптации их проектных решений к нормам отечественного законодательства);
- экспертное сопровождение государственной экологической экспертизы, государственной экспертизы проектной продукции и результатов инженерных изысканий;
- 3) оценка эффективности в стратегическом плане должна в первую очередь проводиться в области передового инжиниринга и генерации концепций по разработке продукта.
- 

#### *Библиографический список*

1. Апполонов Е.М., Авилова В.В. Инжиниринговые центры и их место в инновационном развитии экономики // Управление устойчивым развитием. 2017. № 3 (10). С. 7-10.
2. Бирюков Д.С. Конструирование и промышленная кооперація как ключевые компетенции современной инжиниринговой компании // Химическая техника. 2018. № 6. С. 16-17.
3. Гарин А.П., Гарина Е.П., Бацына Я.В. Техническое перевооружение, как условие обеспечения конкурентоспособности предприятия // Московский экономический журнал. 2020. № 12. С. 57.
4. Калиненко Е.А. Возможности отечественных инжиниринговых компаний по реализации проектов модернизации и строительства в нефтеперерабатывающей отрасли России // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. 2017. № 1. С. 16-20.
5. Стоянова М.В. Управление организационно-технологическим уровнем как основа стратегического развития инжиниринговых компаний // Проблемы теории и практики управления. 2019. № 3-4. С. 69-73.
6. Усманов М.Р., Гросул М.В., Мальцев К.В., Фирсов А.В. Рыночный подход к управлению научно-исследовательскими и проектными организациями (комплексами) ТЭК Российской Федерации. Методология расчета индекса рыночной активности инжиниринговых компаний в нефтегазовой сфере // Менеджмент в России и за рубежом. 2020. № 5. С. 12-27.
7. Усманов М.Р., Подвинцов И.Б., Гималетдинов Р.Р. Повышение производительности и эффективности эксплуатации производственных активов. Технологическая поддержка предприятий нефтепереработки, нефтехимии и газопереработки. СПб.: Питер, 2018. 304 с.
8. Юрлов Ф.Ф., Иванов А.А., Иванов А.Ю. Принципы выбора эффективных решений в проектной деятельности инжиниринговой компании на разных уровнях управления // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 6. № 12. С. 73-76.
9. Reichle M. Bewertungsverfahren zur Bestimmung des Erfolgspotenzials und des Innovationsgrades von Produktideen und Produkten: abhandlung. Universität Stuttgart, 2006. 191 p.
10. Tolstykh T.O., Alpeeva E.A., Shkarupeta E.V., Malkova T.B., Garina E.P. Algorithm for assessing the efficiency of innovative technologies of industrial enterprises. Growth Poles of the Global Economy: Emergence, Changes and Future Perspectives. Сеп. "Lecture Notes in Networks and Systems" Plekhanov Russian University of Economics. Luxembourg, 2020. С. 463-471.
11. Söderquist K.E., Godener A. Performance measurement in R&D and new product development: setting the scene. Int. J. Business Performance Management. 2004. Vol. 6. No. 2. P. 107-132.
12. Zhang Y., Gregory M. Managing global network operations along the engineering value chain. International Journal of Operations & Production Management. 2011. Vol. 31. No. 7. P. 736-764.