При использовании материалов статьи необходимо использовать данную ссылку:
Хачатурян А.А., Мельникова А.С., Солдатенко Н.А., Цветкова А.В., Цветкова Л.Н. Разработка бизнес-процесса по проектированию и производству авиационных двигателей с применением аддитивных и цифровых технологий, на примере акционерного общества «РЕКДУТОР-ПМ» // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 2 (60). С. 135-144
УДК 004

РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПРОЦЕССА ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПРОИЗВОДСТВУ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, НА ПРИМЕРЕ АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА «РЕКДУТОР-ПМ»

Хачатурян А.А., Мельникова А.С., Солдатенко Н.А., Цветкова А.В., Цветкова Л.Н.

В условиях развития информационно-коммуникационного пространства, трансформационных процессов в реальном секторе экономики, весьма актуальным становится изучение адаптационных инструментов и методик по внедрению на промышленных предприятиях отечественного сегмента аддитивных и цифровых технологий. Одним из таких действующих средств служит бизнес-моделирование, которое нацелено координировать и контролировать все бизнес-процессы субъектов реального сектора экономики, выявлять неотлаженные кросс-функциональные связи и устранять дефекты дезинформирования между рабочими звеньями, помогая владельцам графических декомпозиций эффективно апробировать IT-проекты в социально-экономические и технологические системы фирмы. Научно-практическое исследование нацелено на разработку бизнес-процесса, на примере акционерного общества «Редуктор-ПМ», по проектированию и производству авиационных двигателей, с учетом новейших ИКТ-методологий в производстве.

Объект исследования – высокотехнологичные промышленные предприятия, функционирующие в условиях современной цифровой экономики.

Предмет исследования – управленческие и производственные отношения, возникающие в процессе развития бизнес-процессов промышленных предприятий на основе взаимодействия контрагентов по разработке и проектированию авиационных двигателей с помощью цифровых технологий.

Ключевые слова: бизнес-процесс, нотация EPC, высокотехнологичное промышленное предприятие, авиационные двигатели, цифровые технологии, организационная структура фирмы, владельцы бизнес-процесса, кросс-функциональное взаимодействие

На сегодняшний день происходит стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий. Цифровая трансформация открывает массу новых возможностей и перспектив для реального сектора российской экономики. Благодаря развитию IT-вектора можно производить продукт, сокращая при этом значительное число видов затрат, не уступая при этом в качестве конечного продукта или услуги. Повышения эффективности производства в авиастроении возможно с помощью применения робототехники, 3D печати и проектирования и т.д.

Адаптировать и постепенно внедрить цифровые технологии в производство можно при помощи бизнес-процессов. Значимость бизнес-моделирования заключается в совершенствовании и развитии предприятий, в эффективном использовании имеющихся ресурсов, в нацеленности на результат, в исключении дублирования работ, в отладке кросс-функциональных связей и т.д.

Цель научной работы – моделирование бизнес-процесса по проектированию и разработке авиационных двигателей с применением цифровых технологий.

В работе были использованы такие методы научного познания, как эмпирический анализ, метод моделирования, системный и структурно-функциональный методы.

Понятие и сущность цифровой экономики, а также ее влияние на сферы жизни общества представлено в трудах Е.И. Котельниковой [13]. Карапетян Д.Т.[11] в своих работах проводит анализ тенденции развития цифровой экономики в Российской Федерации. Также стоит отметить иностранных авторов, которые изучают тему цифровизации: E. Brynjolfsson [3], M. Betancoutr [2], E.M. Akhmetshin [1].

Кочергина Т.Е. [14] описала цифровую трансформацию бизнес-процессов, которую рассмотрела на примере мировых практик. Андреев С.Б. рассмотрел проблемы использования информационных систем мониторинга бизнес-процессов [21, 22]. Соловьева В.С. [16] изучила факторы, оказывающие влияние на реинжиниринг бизнес-процессов и предложила способы его реализации. Стоит выделить иностранных авторов, занимающихся изучением темы бизнес-процессов, к ним относятся Colomo Palacios [7], Yulong [5], Ciancio [4], K.A Barmuta [1].

Федоров В.Б. [19] в своих работах представил технологию сборки изделий авиационной техники, также изложил теоретические основы точности расположения узлов и агрегатов авиационной техники. Методы проектирования и основы конструирования в самолетостроении разработал А.Л. Гиммельфарб [8]. Классификацию, общее устройство и работу двигателей представил в своей книге А.Д. Обуховский [15]. О требованиях, применяемых к авиационному двигателю, рассказал Н.И. Старцев [18].

Распространение цифровых технологий привело к кардинальным изменениям в жизни. Цифровую экономику следует понимать как результат трансформационных эффектов новых технологий общего назначения в области информации и коммуникации, которые влияют на все секторы экономики и социальной деятельности [13].

Видом цифровых технологий служат аддитивные технологии. Они передовые и востребованные по всему миру. Применение таких технологий в авиастроении способствует созданию экономичного и нетяжелого по весу авиатранспорта, сохранив полностью его свойства [9].

Деятельность в области авиации регулируется следующими нормативно-правовыми актами:

- письмо об организации контроля за соблюдением «Требований экологической безопасности при эксплуатации, ремонте и испытаниях воздушных судов и авиадвигателей на предприятиях гражданской авиации» [20];
- ГОСТ 18675-2012 Документация эксплуатационная и ремонтная на авиационную технику и покупные изделия для нее [20];
- приказ Федерального агентства воздушного транспорта от 25 апреля 2017 г. № 333-П «Об утверждении Методических рекомендаций по процедурам подтверждения соответствия юридических лиц, осуществляющих изготовление воздушных судов и другой авиационной техники требованиям федеральных авиационных правил в Федеральном агентстве воздушного транспорта» [12];
- «Воздушный кодекс Российской Федерации» от 19.03.1997 N 60-ФЗ (ред. от 08.06.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021) [17].

Цель бизнес-процесса – разработать авиационный двигатель с помощью цифровых технологий. В таблице 1 представлены основные пункты плана бизнес-процесса, а также сопутствующие и вспомогательные этапы [15; 18].

Хачатурян Арутюн Арутюнович, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, Института проблем рынка Российской Академии Наук (ИПР РАН)
Москва
Мельникова Анна Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и финансы», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Пермь
Солдатенко Надежда Анатольевна, старший преподаватель, доцент кафедры «Экономика и финансы», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Пермь
Цветкова Ангелина Владимировна, соискатель кафедры «Экономика и финансы», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Пермь
Цветкова Любовь Николаевна, мастер АО «Редуктор-ПМ»
Пермь

Таблица 1

Основные, сопутствующие и вспомогательные пункты (этапы) плана [составлено авторами]

№ п/п	Пункты (этапы) плана
1	Выдача технического задания (далее ТЗ)
1.1	Проработка ТЗ
1.1.1	Технические характеристики и требования
1.1.2	Технико-экономические требования
1.2	Согласование и утверждение ТЗ
2	Проектирование авиадвигателей
2.1	Изготовление эскизов
2.2	Рассмотрение эскизов
2.2.1	Внесение правок при необходимости
2.3	Утверждение эскизного проекта
2.4	Технический проект
2.4.1	Окончательные технические решения
2.4.2	Выпуск рабочей документации
2.5	Изготовление полноразмерного макета
2.5.1	Цифровой макет двигателя
2.5.1.1	Цифровые макеты деталей
2.5.2	Макет, изготовленный из специальных материалов
3	Создание авиадвигателя
3.1	Изготовление пробной партии
3.1.1	Цех 1 (изготовление деталей с помощью цифровых технологий)
2.1.2	Цех 2 (изготовление деталей вручную)
2.1.3	Цех 3 (нанесение теплозащитных покрытий)
3.1.4	Цех 4 (литейное производство)
3.1.5	Цех 5 (сборочный цех)
3.2	Испытание авиадвигателя
3.2.1	Стендовые испытания
3.2.2	Летные испытания
3.3	Комплектация технической документацией
3.3.1	Этикетка
3.3.2	Формуляры
3.3.3	Другие документы
4	Внедрение в серийное производство

На рисунке 1 представлен смоделированный бизнес-процесс по проектированию и разработке авиадвигателей с применением цифровых технологий на примере Пермского промышленного предприятия.

В смоделированном бизнес-процессе выделено четыре основных блока плана. Рассмотрим каждый блок более подробно.

Первый пункт плана – выдача технического задания, т.е. прежде чем проектировать авиационный двигатель, предприятие получает техническое задание, которое выдается госзаказчиком, разработчиком летательного аппарата или эксплуатанта. В данный этап включены:

1) проработка ТЗ – на данном этапе вносятся правки в техническое задание. Они могут быть технические, которые должны быть выполнены непосредственно при производстве авиадвигателей, а именно: определяют технические возможности изделия, эффективность его эксплуатации. Например, мощность, тяга, коэффициент полезного действия, удельный расход топлива. Они могут быть экономические, в которые указываются затраты на производство;

2) согласование и утверждение технического задания – последний этап ТЗ, который содержит визы, подписи ответственных за утверждение данного документа, т.е. фактическое принятие технического задание, после которого оно уже вступает в силу и не подлежит изменениям.

Второй пункт плана – проектирование авиадвигателя, т.е. разработка конструкции авиадвигателя. Данный блок включает в себя следующее:

1) изготовление эскизов – детальная проработка двигателя, которая включает детали и основные узлы. Также для данного этапа характерны подробные расчеты улучшения вариантов двигателя. После чего рассматривается и утверждается эскизный проект;

2) рассмотрение эскизов – проверка всех эскизов, расчетов и внедрение изменений. Также на данном этапе могут вноситься какие-либо изменения в эскизный проект;

3) утверждение эскизного проекта – происходит принятие эскизов;

4) технический проект – все графические и текстовые документы. Это могут быть исходные данные, служащие для разработки и выпуска рабочей документации, а также чертежи, расчеты, методики, технические условия на изготовление двигателя и чертежи общего вида;

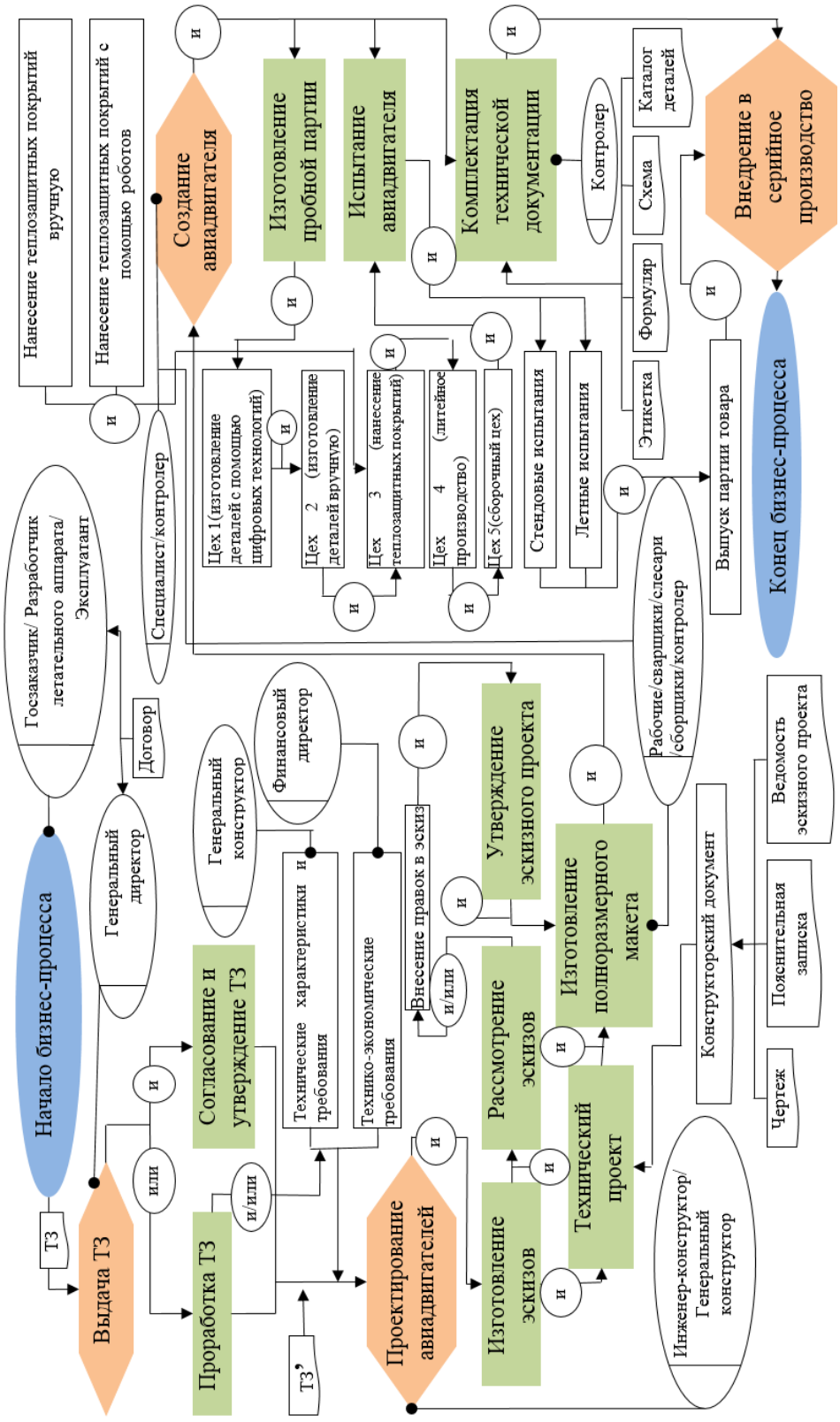

Рисунок 1. Моделирование бизнес-процесса по проектированию и разработке авиадвигателей с применением цифровых технологий [составлено авторами]

5) изготовление полноразмерного макета – для построения образа двигателя создается полноразмерный макет, который в дальнейшем устанавливается на макет летательного аппарата и согласовывается с его размерами. На данном этапе макет изготавливается двумя способами. Первый способ – цифровой макет двигателя и деталей, т.е. 3D проектирование самого двигателя, его частей (вентилятор, компрессор, турбины, камера сгорания и др.) и разработка конкретных деталей с помощью цифровых компьютеров, на основе чего будут печататься 3D детали.

Третий пункт плана – создание авиадвигателя. Данный блок состоит из:

1) изготовление пробного двигателя. До полной сборки авиадвигатель проходит несколько цехов. В первом цехе происходит изготовление всех необходимых деталей с помощью аддитивных технологий, а именно с применением 3D печати. Контроль и этапы работы по изготовлению частей могут вестись удаленно с помощью компьютеров. Во втором цехе изготавливаются вручную более мелкие детали, которые нуждаются в проработке. В цехе номер три наносятся теплозащитные покрытия плазменным способом с помощью робототехники. В четвертом цехе изготавливаются модели с ручной отделкой. Сборка всех деталей авиадвигателя в единое целое происходит в цехе пять;

2) испытаний авиадвигателя – проверка работы авиационного двигателя. На данном этапе проводятся стендовые и летные испытания. Стендовые испытания представляют собой испытания по отработке и проверке двигателя на специальных устройствах, площадках, получение подтвержденных основных данных, соответствующих ТЗ. Под летными испытаниями понимается создание прототипа самолета, на который устанавливается двигатель и испытывается как в настоящих условиях.

3) комплектации технической документации – подготовка необходимой документации, которая подтверждает готовность двигателя к использованию. Для данного этапа также характерна комплектация технической документации, к которой относится этикетка, формуляр и другие документы. Этикетка подтверждает соответствие экземпляра изделия утвержденной конструкторской документации. Формуляр содержит сведения, которые удостоверяют гарантии изготовителя, значения основных параметров и свойств конкретного экземпляра. К прочим документам относятся схемы, каталоги деталей, материалов и технических средств.

Четвертый пункт плана – внедрение в серийное производство. На данном этапе завод подготавливается к выпуску партии товара, внедряет двигатели в массовое производство.

В данной работе коллективом авторов была применена нотация EPC для моделирования бизнес-процесса по проектированию и производству авиадвигателей с применением IT-технологий. Основными элементами используемой нотации являются события, действия, участники и результаты работы. Плюсы нотации в том, что она доступная и понятная для восприятия и отражает весь бизнес-процесс на одной схеме, что делает ее еще более удобной для прочтения всеми контрагентами информационной цепи.

Любая организация должна иметь организационную структуру управления, которая направлена на установление взаимосвязей между отдельными подразделениями организации, распределение прав и обязанностей между работниками. На рисунке 2 изображена организационная структура управления бизнес-процессом.

В таблице 2 раскрыты основные задачи, функции и обязанности участников бизнес-процесса, а также взаимодействия контрагентов, отделов и других участников.

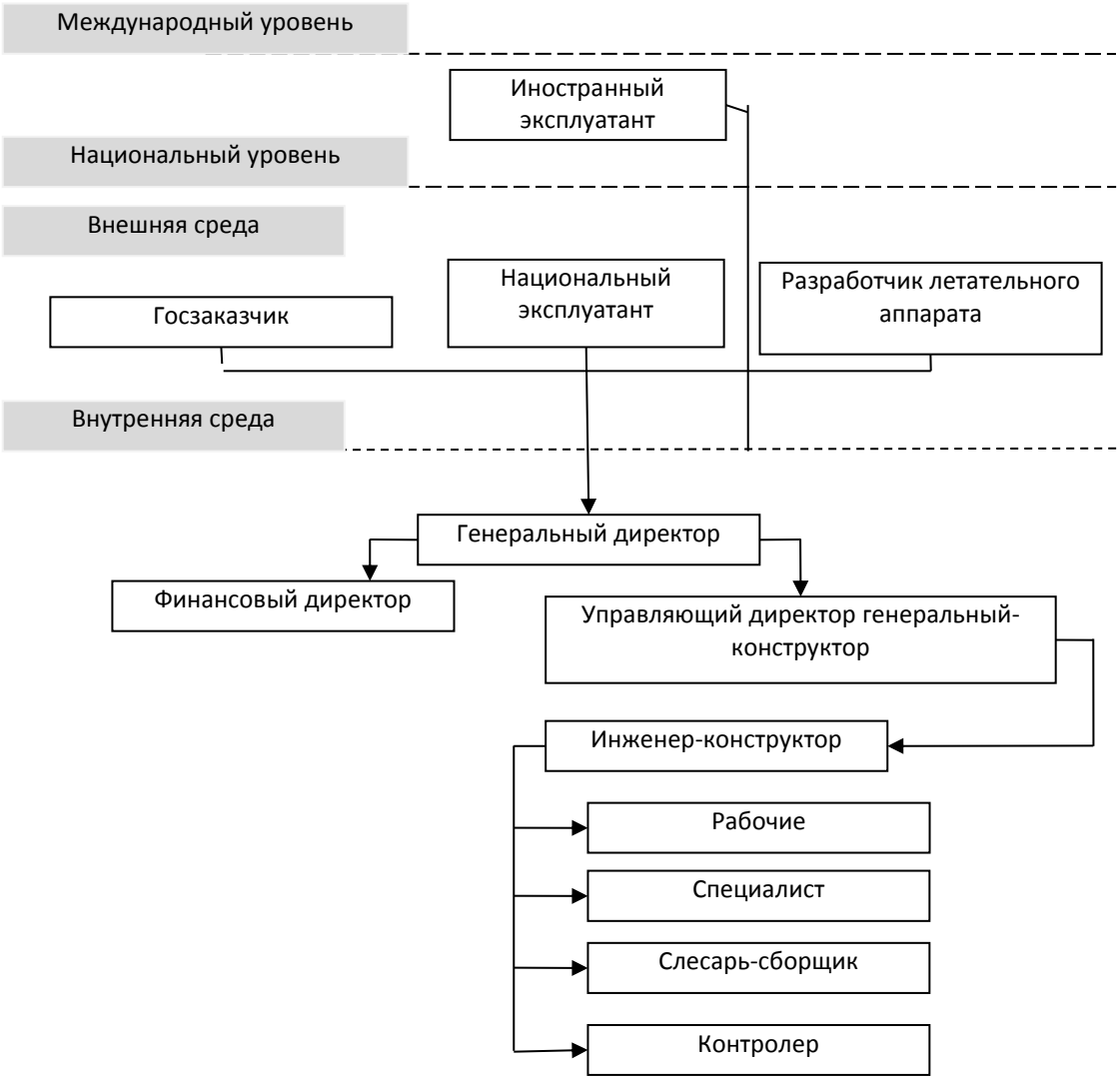

Рисунок 2. Организационная структура управления бизнес-процессом [составлено авторами]

Таблица 2

Организационная структура на предприятии проектирования и разработки авиадвигателей с применением цифровых технологий [составлено авторами]

№ п/п	Наименование отдела	Основные задачи, функции и обязанности участников бизнес-процесса по выполнению действий, операций в нем	Взаимодействие контрагента / отдела с другими участниками / подразделениями
1	Госзаказчик	Осуществление заказа на авиационный двигатель, выдача технического задания предприятию. Совместное внесение правок в ТЗ вместе с предприятием.	Генеральный директор предприятия.
2	Разработчик летательного аппарата		
3	Эксплуатант (РФ или иностранный)		
4	Генеральный директор	Согласование и утверждение ТЗ. Заключение договора с заказчиком.	Госзаказчик, разработчик летательного апарта, эксплуатант, генеральный конструктор, финансовый директор.

5	Финансовый директор	Утверждение технико-экономических требований, внесение изменений в ТЗ.	Генеральный директор
6	Управляющий директор генеральный-конструктор	Утверждение технических характеристик и требований, внесение изменений в ТЗ.	Генеральный директор, инженер-конструктор, специалист, рабочие, специалист, слесарь-сборщик
7	Инженер-конструктор	Изготовление эскизов, чертежей, их рассмотрение.	Генеральный конструктор, спциалист, рабочие, сварщик-слесарь.
8	Рабочие	Изготовление деталей вручную, обработка деталей.	Контролер, инженер-конструктор.
9	Специалист	Контроль за изготовлением всех необходимых деталей с помощью аддитивных технологий, а именно с применением 3D печати.	Инженер-конструктор.
10	Слесарь-сборщик	Производит сборку двигателя в единое целое.	Контролер, инженер-конструктор.
11	Контролер	Контроль всех этапов производства двигателя, заполнение необходимой документации.	Инженер-конструктор, рабочие, сварщик, слесарь-сборщик.

Исходя из рисунка 2 и таблицы 3, было выделено следующее, генеральный директор предприятия получает техническое задание, которое может быть выдано госзаказчиком, разработчиком летательного аппарата или эксплуатантом, который в свою очередь может быть, как советским, так и иностранным. Затем происходит совместное внесение правок в техническое задание, где принимают участие финансовый директор, который отвечает за технико-экономические требования, и управляющий директор генерал-конструктор, отвечающий за технические характеристики и требования. После данных действий уже заключается договор между генеральным директором и заказчиками о производстве авиационных двигателей.

Инженер-конструктор изготавливает эскизы, чертежи, после чего направляет их генеральному-конструктору на утверждение. После утверждения дает задание рабочим, специалистам, слесарям-сборщикам и контролерам.

Рабочий изготавливает детали вручную, т.е. где требуется проработка всех элементов, а также проводит обработку деталей.

Специалист контролирует работу всех цифровых технологий, следит за работой роботов.

Слесарь-сборщик собирает полноценный двигатель из множества деталей.

Контролер следит за каждым этапом изготовления двигателя, а также заполняет необходимую документацию, после чего сдает отчеты своему руководству.

Моделирование бизнес-процесса позволяет понять особенности работы и выявить проблемные места. Также преимущество бизнес-процесса заключается в том, что сложная информация предстают в схематичном виде, тем самым, становится наиболее простой и понятной [12].

Основным элементом в данной работе служит предложенный бизнес-процесс по проектированию и разработке авиадвигателей с применением цифровых технологий.

В данной работе выделено четыре основных пункта плана бизнес-процесса: выдача технического задания; проектирование авиадвигателя; создание авиадвигателя и внедрение в серийное производство.

Кроме этого, расписаны функции основных, сопутствующих и вспомогательных этапов плана. Также в таблице представлена организационная структура предприятия, которая поможет в моделировании бизнес-процесса, так как позволяет понять взаимосвязь между отдельными подразделениями организации, распределение прав и обязанностей между работниками.

Цифровые технологии используются почти на всех этапах проектирования и изготовления

авиадвигателей. Благодаря им сокращаются сроки разработки и создания двигателя, происходит снижение трудоемкости на изготовление деталей, конструкций. Позволят изготавливать детали без учета технологических ограничений и разрабатывать сложнопрофильные конструкции. Цифровые технологии позволяют сократить расходы на проектирование и производство. Процесс изготовления деталей становится стабильным и автоматизированным.

К основным проблемам внедрения цифровых технологий относится высокая стоимость оборудования, кроме этого на сегодняшний день не так много квалифицированных специалистов в области аддитивных технологий.

Предложенный бизнес-процесс может быть интересен как разработчикам авиационных двигателей, так и заказчикам, так как в данной работе представлен не просто план по изготовлению авиадвигателей, а предложено использование цифровых технологий, что является научной новизной в данной сфере производства. iea

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Barmuta, K.A., Akhmetshin, E.M., Andryushchenko, I.Y., Tagibova, A.A., Meshkova, G.V., Zekiy, A.O. Problems of business processes transformation in the context of building digital economy (2020) Entrepreneurship and Sustainability Issues, 8 (1), pp. 945-959.
2. Betancoutr M. The Critique of Digital Capitalism: An Analysis of the Political Economy of Digital Culture and Technology / M.Betancourt. – Brooklyn,NY: Punctum books, 2016 – 262 p.
3. Brynjolfsson E., Mitchell T. (2017). What can Machine Learning Do? Workforce Implications // Science. 2017 Vol. 358 No. 6370 P. 1530–1534.
4. Ciancio, Sharone. The Prevalence of Service Excellence and the Use of Business Process Improvement Methodologies in Australian Universities//Journal of Higher Education Policy and Management, v40 n2 p121-139 2018.
5. Jin, Yulong. Articulating the Resources for Business Process Analysis and Design//ProQuest LLC, Ph.D. Dissertation, Stevens Institute of Technology.
6. Soboleva, Elena V.; Karavaev, Nikita L. Preparing Engineers of the Future: The Development of Environmental Thinking as a Universal Competency in Teaching Robotics//European Journal of Contemporary Education, v9 n1 p160-176 2020.
7. Vera-Baquero, Alejandro; Colomo Palacios, Ricardo; Stantchev, Vladimir; Molloy. Leveraging Big-Data for Business Process Analytics//Learning Organization, v22 n4 p215-228.
8. Гиммельфарб А.Л., Кожина Л.В. Основы конструирования в самолетостроении: учеб. Пособие. – 2-е изд., перераб. II доп. — М.: Машиностроение, 1980. 367 с.
9. Инновационный центр «Сколково» // Аддитивные технологии – что это такое и где применяются [Электронный ресурс] – URL: https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2019/09/18/additivnye-tehnologii-_1320_-chto-eto-takoe-i-gde-primenyayutsya.aspx.
10. Информационно-правовой портал «Гаранту.ру» [Электронный ресурс].URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71591072/.
11. Карапетян Д.Т. Тенденции развития цифровой экономики В России // Научный журнал, 2019 – 53-53.
12. Компания Trinion // Что такое бизнес-процесс и описание бизнес процесса [Электронный ресурс] – URL: https://habr.com/ru/company/trinion/blog/342448/ (дата обращения: 22.02.2021).
13. Котельникова Е.И. Цифровая экономика. – Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2017. – 418 - 422 с.
14. Кочергина Т.Е. Цифровая трансформация бизнес-процессов: предпосылки, последствия, мировая практика // Академический вестник ростовского филиала российской таможенной академии, 2019. – 64-70.
15. Обуховский А.Д., Телкова Ю.В. Теория авиационных двигателей: учебное пособие. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. – 138 с.
16. Соловьева В.С., Каллимулин Д.М. Основные этапы и направления реинжиниринга бизнес-процессов // Сборник научных статей VIII Всероссийской научно-практической конференции. В 2-х частях: Издательство: Самарский государственный экономический университет (Самара), 2019. С. 177-180.
17. Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» [Электронный ресурс].URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/.
18. Старцев Н.И., Виноградов А.С., Новиков Д.К. Конструкция и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок: учеб. пособие, 2013. – 82с.

19. Федоров В.Б. Технология сборки изделий авиационной техники: конспект лекций. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 50 с.
20. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс].URL: http://docs.cntd.ru/ document/901712586 .
21. Андреев С.Б. Проблемы использования информационных систем мониторинга бизнес-процессов в условиях многономенклатурного производства // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования, 2019. № 1(47).
22. Андреев С.Б. Формализации требований к модели системы мониторинга бизнес-процессов многономенклатурного производства // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования, 2017. № 2(36). С. 5.

DEVELOPMENT OF A BUSINESS PROCESS FOR THE DESIGN AND PRODUCTION OF AIRCRAFT ENGINES WITH THE USE OF ADDITIVE AND DIGITAL TECHNOLOGIES, ON THE EXAMPLE OF THE JOINT-STOCK COMPANY «RECDUTOR-PM»

Khachaturyan Harutyun Harutyunovich, Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher, Institute of Market Problems of the Russian Academy of Sciences (IPR RAS), Moscow
Melnikova Anna Sergeevna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Finance, Perm National Research Polytechnic University, Permian
Soldatenko Nadezhda Anatolyevna, Senior Lecturer, Associate Professor of the Department of Economics and Finance, Perm National Research Polytechnic University, Permian
Tsvetkova Angelina Vladimirovna, Applicant for the Department of Economics and Finance, Perm National Research Polytechnic University, Permian
Tsvetkova Lyubov Nikolaevna, foreman, Reduktor-PM JSC, Permian

In the context of the development of the information and communication space, transformation processes in the real sector of the economy, the study of adaptation tools and methods for the introduction of additive and digital technologies at industrial enterprises of the domestic segment becomes very relevant. One of such effective tools is business modeling, which aims to coordinate and control all business processes of the real sector of the economy, identify uncoordinated cross-functional relationships and eliminate misinformation defects between working links, helping the owners of graphical decompositions to effectively test IT projects in the socio-economic and technological systems of the company. The scientific and practical research is aimed at developing a business process, on the example of the joint-stock company "Reductor-PM", for the design and production of aircraft engines, taking into account the latest ICT methodologies in production.
The object of the study is high-tech industrial enterprises operating in the conditions of the modern digital economy.
The subject of the research is management and production relations that arise in the process of developing business processes of industrial enterprises based on the interaction of contractors for the development and design of aircraft engines using digital technologies.

Keywords: business process, notation EPC, high-tech industrial enterprise, aircraft engines, digital technologies, organizational structure of the company, business process owners, cross-functional interaction.

REFERENCES:

1. Barmuta, K.A., Akhmetshin, E.M., Andryushchenko, I.Y., Tagibova, A.A., Meshkova, G.V., Zekiy, A.O. Problems of business processes transformation in the context of building digital economy (2020) Entrepreneurship and Sustainability Issues, 8 (1), pp. 945-959.
2. Betancoutr M. The Critique of Digital Capitalism: An Analysis of the Political Economy of Digital Culture and Technology / M.Betancourt. – Brooklyn, NY: Punctum books, 2016 – 262 p.
3. Brynjolfsson E., Mitchell T. (2017). What can Machine Learning Do? Workforce Implications // Science. 2017 Vol. 358 No. 6370 P. 1530–1534.
4. Ciancio, Sharone. The Prevalence of Service Excellence and the Use of Business Process Improvement Methodologies in Australian Universities//Journal of Higher Education Policy and Management, v40 n2 p121-139 2018.

5. Jin, Yulong. Articulating the Resources for Business Process Analysis and Design//ProQuest LLC, Ph.D. Dissertation, Stevens Institute of Technology.
6. Soboleva, Elena V.; Karavaev, Nikita L. Preparing Engineers of the Future: The Development of Environmental Thinking as a Universal Competency in Teaching Robotics//European Journal of Contemporary Education, v9 n1 p160-176 2020.
7. Vera-Baquero, Alejandro; Colomo Palacios, Ricardo; Stantchev, Vladimir; Molloy. Leveraging Big-Data for Business Process Analytics//Learning Organization, v22 n4 p215-228.
8. Gimmel'farb A.L., Kozhina L.V. Osnovy konstruirovaniya v samoletostroyenii: ucheb. Posobiye. [*Fundamentals of design in aircraft construction: textbook. Benefit*] – 2-ye izd., pererab. II dop. — M.: Mashinostroyeniye, 1980. 367 h.
9. Innovatsionnyy tsentr «Skolkovo» [*Skolkovo Innovation Center*] // Additivnyye tekhnologii – chto eto takoye i gde primenyayutsya [*Additive technologies - what is it and where are they applied*] [Electronic resource] URL: https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2019/09/18/
10. Informatsionno-pravovoy portal «Garantu.ru» [*Information and legal portal "Garantu.ru"*] [Electronic resource].URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71591072/
11. Karapetyan D.T. Tendentsii razvitiya tsifrovoy ekonomiki V Rossii [*Trends in the development of the digital economy in Russia*] // Nauchnyy zhurnal [*Scientific journal*], 2019 – pp. 53-53.
12. Kompaniya Trinion [*Trinion Company*] // Chto takoye biznes-protsess i opisaniye biznes protsessa [*What is a business process and a description of a business process*] [Electronic resource] – URL: https://habr.com/ru/company/trinion/blog/342448/
13. Kotel'nikova Ye.I. Tsifrovaya ekonomika. [*Digital economy*] – Yekaterinburg: Izd-vo UMTS UPI, 2017. – 418-422 pp.
14. Kochergina T.Ye. Tsifrovaya transformatsiya biznes-protsessov: predposylki, posledstviya, mirovaya praktika [*Digital transformation of business processes: prerequisites, consequences, world practice*] // Akademicheskiy vestnik rostovskogo filiala rossiyskoy tamozhennoy akademii [*Academic bulletin of the Rostov branch of the Russian Customs Academy*], 2019. – pp 64-70.
15. Obukhovskiy A.D., Telkova YU.V. Teoriya aviatsionnykh dvigateley: uchebnoye posobiye. [*Theory of aircraft engines: textbook*] – Novosibirsk: Novosibirskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiy universitet [*Novosibirsk: Novosibirsk State Technical University*], 2012. – 138 p.
16. Solov'yeva V.S., Kallimulin D.M. Osnovnyye etapy i napravleniya reinzhiniringa biznes-protsessov [*The main stages and directions of business process reengineering*] // Sbornik nauchnykh statey VIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. V 2-kh chastyakh: Izdatel'stvo: Samarskiy gosudarstvennyy ekonomicheskiy universitet (Samara) [*Collection of scientific articles of the VIII All-Russian scientific and practical conference. In 2 parts: Publisher: Samara State University of Economics (Samara)*], 2019. pp. 177-180.
17. Spravochno-pravovaya sistema «Konsul'tantPlyus» [*Reference and legal system "ConsultantPlus"*] [Electronic resource].URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/
18. Startsev N.I., Vinogradov A.S., Novikov D.K. Konstruktsiya i proyektirovaniye aviatsionnykh dvigateley i energeticheskikh ustanovok: ucheb. posobiye, [*Design and design of aircraft engines and power plants: textbook. manual*] 2013. – 82 p.
19. Fedorov V.B. Tekhnologiya sborki izdeliy aviatsionnoy tekhniki: konspekt lektsiy. [*Assembly technology for aviation equipment: lecture notes*] – Chelyabinsk: Izd-vo YUUrGU, 2003. – 50 p.
20. Elektronnyy fond pravovoy i normativno-tekhnicheskoy dokumentatsii [*Electronic fund of legal and normative-technical documentation*] [Electronic resource].URL: http://docs.cntd.ru/document/901712586
21. Andreyev S.B. Problemy ispol'zovaniya informatsionnykh sistem monitoringa biznes-protsessov v usloviyakh mnogonomenklaturnogo proizvodstva [*Problems of using information systems for monitoring business processes in a multi-product production*] // Informatsionno-ekonomicheskiye aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya [*Information and economic aspects of standardization and technical regulation*], 2019. № 1(47).
22. Andreyev S.B. Formalizatsii trebovaniy k modeli sistemy monitoringa biznes-protsessov mnogonomenklaturnogo proizvodstva [*Formalization of requirements for a model of a system for monitoring business processes of multi-product production*] // Informatsionno-ekonomicheskiye aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya [*Information and economic aspects of standardization and technical regulation*], 2017. № 2(36). p. 5.