

ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ АВИАЦИОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

© 2019 М.А. Ковалев, И.В. Поддубный

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
Авиационный технический центр ОАО АК «Уральские Авиалинии», г. Екатеринбург

Статья поступила в редакцию 06.12.2018

В силу сложности создаваемой организационной структуры конкретных систем и обслуживающего производства в целом физическая реализация, а затем ее отработка с целью оценки полученной структуры, является затратной. Поэтому, учитывая этот фактор, для решения задач построения организационной структуры и производственных процессов необходимо использовать математическое моделирование, т.е. создание модели, которая может быть использована для исследования различных вариантов построения и ее оптимизации. Однако сегодня проблема заключается в отсутствии универсальной модели, лежащей в основе множества специфических задач технического обслуживания. На решение данной проблемы нацелена данная работа.

Ключевые слова: авиапредприятие, авиационная транспортная система, инженерная авиационная служба, техническое обслуживание, поддержание летной годности, организационная производственная структура, модернизация, нормативная база, обслуживающее производство, авиационная техническая база.

1. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

В современных условиях развития гражданской авиации России, когда самолетные и вертолетные парки авиакомпаний имеют значительный прирост, связанный с покупкой и арендой в основном АТ иностранного производства, становится актуальным вопрос развития инфраструктуры и организации производства обслуживающих предприятий, занятых техническим обслуживанием. Однако развитие, а тем более создание производственной и построение функциональной структуры на основе советских баз противоречит современным требованиям авиационных администраций и собственников ВС. Кроме того такой путь неприемлем в условиях рыночной экономики. Создание производственной структуры в соответствии с требованиями иностранных авиационных администраций требует поиска оптимального решения, т.к. несмотря на довольно подробное описание, раскрывающее суть каждого требования по каждому аспекту организации производства, сами требования являются лишь канвой. Форму и содержание структуры необходимо создавать

исходя из существующих условий – количества обслуживаемых ВС, их типа, условий эксплуатации, финансовых возможностей, кадрового обеспечения, доступности логистики, потребности авиакомпаний в ТО в данном конкретном регионе и т.д. Условия построения авиационных технических центров (АТЦ), занятых ТО ВС в США и Европе значительно отличаются от российских, поэтому копирование западных схем в России так же неприемлемо.

Сегодня практикуется опытный путь перестройки производственно-технических структур авиационных технических предприятий, основанный на использовании имеющейся сохранившейся советской инфраструктуре, на создании организационной структуры по подобию иностранных аналогов и возведению функциональных связей на том, что уже получится. Такой путь весьма продолжителен по времени, несет в себе множество ошибок, требующих перестроения и всегда дополнительных финансовых затрат. Как результат – производственная и экономическая эффективность таких авиационных технических предприятий довольно низкие. Если один из подобных АТЦ является самостоятельным предприятием, то в силу экономической несостоятельности он прекратит свою деятельность. Если же он находится в составе более крупного объединения, такого как авиакомпания, то создаст финансовую нагрузку на смежные подразделения, что однозначно негативно скажется на цене и качестве услуг всего авиапредприятия.

Сегодня математическое моделирование организационно-технических структур АТЦ

Ковалев Михаил Анатольевич, доктор технических наук, доцент, проректор по общим вопросам Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва, заведующий кафедрой эксплуатации авиационной техники. E-mail: kovalev.ma@ssau.ru
Поддубный Игорь Владимирович, заместитель генерального директора ОАО авиакомпания «Уральские Авиалинии» по инженерному авиационному обеспечению – директор авиационного технического центра. E-mail: i.poddubnyi@u6.ru

представлено очень скудно. Современные исследования [1-4] в большей степени уделяют внимание теории эксплуатации ВС в постсоветский период и делается упор на организацию ТО ВС советской постройки в условиях устаревших программ ТО, и очень слабо отражена организация производства при ТО иностранных ВС.

Исходя из вышесказанного с уверенностью можно сказать, что назрела необходимость в создании универсальных математических моделей, позволяющих без использования материальных и финансовых ресурсов создавать оптимальный образ организационной структуры авиационного технического предприятия. Полученный образ позволит смоделировать реальную структуру, адаптированную под необходимые условия, которую можно будет использовать для анализа в различных условиях, оптимизации внутренних процессов и построения реального авиационного технического предприятия с минимально возможными затратами.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ СИНТЕЗА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ АВИАЦИОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА

Задачи организации производства при техническом обслуживании касаются вопросов методологии и производственной организации выполнения обученным и подготовленным персоналом технологических операций с воздушным судном, с применением информационного и материального обеспечения, различного рода оборудования, инструмента и приспособлений. Таким образом, структура АТЦ включает в себя подразделения, ответственные за принятие решений в части «кто, как, когда, чем и что необходимо делать на ВС».

Очевидно, что данный комплекс вопросов огромен и не может быть реализован одним человеком. Для решения данного комплекса существует структура АТЦ, заданная множеством систем X и наполненная людьми, документами, содержащими внутренние процедуры и технологии работы на технике, инструментом, оборудованием, помещениями, ангарами и цехами.

Обобщенная задача построения организационных структур и производственных процессов ТО может быть представлена следующим образом.

Дано множество объектов технического обслуживания и процессов их реализации X , которые не в полном объеме удовлетворяют существующим требованиям авиационной администрации, либо требуют модернизации в изменяющихся условиях, таких как наращивание

производства, изменение парка ВС, сокращение ресурсных затрат.

Необходимо создать организационную структуру и производственные процессы x , удовлетворяющие критериям $K(x)$, и реализуемые в требованиях – минимальные материальные и финансовые затраты, ограниченные временные сроки выполнения всех видов работ по ТО в рамках запланированного расписания движения ВС при сохранении обеспечения высокого качества их выполнения.

Заданное множество и требования порождают множество задач, решение которых формирует требования к организационной структуре и производственным процессам обслуживающего производства как множества систем, реализующих заданные требования как к системам, так и обслуживающему производству в целом.

Каждая из комплексных задач является специфичной и к ним относятся:

- 1) организация производственных процессов технического обслуживания ВС;
- 2) инженерно-технологическое обеспечение поддержания летной годности (ПЛГ) ВС, основанное на процедурах ПЛГ, главной задачей которых является постановка задач для технического обслуживания;
- 3) обеспечение качества и управление безопасностью полетов;
- 4) материально-техническое обеспечение.

Специфика каждой задачи обусловлена применением индивидуальных алгоритмов и языков при их решении. При этом решение каждой специфичной задачи по отдельности вне системы АТЦ не дает желаемого результата и не решает общей задачи организации АТЦ.

Введем понятия и определения связанные с общей постановкой задачи синтеза структуры АТЦ, которые позволят представить АТЦ в рамках теоретико-множественного подхода [5].

Как отмечалось ранее, общую постановку задачи можно представить в виде множества комплексных подзадач, в нашем случае четырех, решаемых в АТЦ (Рис.1)

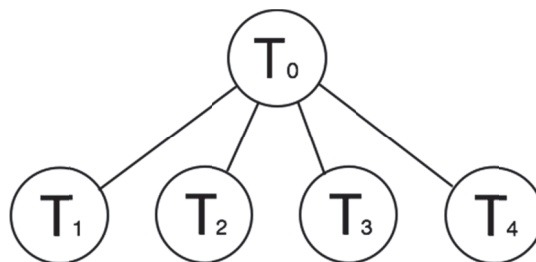


Рис. 1. Разбиение задачи на подзадачи

Каждая подзадача разделена на некоторое количество более частных подзадач, которые будут рассмотрены ниже в рассмотрении каждой комплексной задачи в отдельности.

Далее, необходимо отметить, что множество подзадач решается в рамках структуры АТЦ, которая в свою очередь заполнена людьми, взаимодействующими друг с другом, использующими инструмент, оборудование, документацию, внутренние инструкции – объектами, определенными и различимыми между собой, в тоже время представляющимися единым целым, что так же можно охарактеризовать множествами или подмножествами в рамках определенных множеств.

Понятие **множества** в прикладном виде: множества применительно к структуре АТЦ – это персонал, инструмент, оборудование, техническая документация, инструкции, сооружения, а так же задачи, решаемые в рамках структуры. Каждое из названных множеств является собранием элементов, систем и специалистов, однако может быть представлено как один объект, подлежащий исследованию. Предметом этого исследования являются системы, процессы и отношения.

Любое подразделение производственной структуры – участок, цех, отдел, департамент – так же в нашем случае является множеством.

Элементы множеств – то, что составляет и определяет вышеописанные множества. В данном случае элементами множеств являются авиатехники и инженеры, единичные инструкции, технологии, суточные и сменные планы, конкретные инструменты и единицы наземного оборудования.

Форма (функция) от x – конечная последовательность, состоящая из предложения и символа x , в котором есть утверждение об x . В качестве примера рассмотрим описание множества инженерного состава, как функцию от набора требований к одному элементу множества – авиационному инженеру – выглядит следующим образом:

$$E = \{e | F(M, a.706)\}, \quad (1)$$

где E – это множество, состоящее из элементов – инженеров e , являющихся формой от общих требований, предъявляемых к авиационным инженерам в сборнике решений EASA M.A.706.

В то же время данное множество E входит в другое множество – {персонал}, которое включает в себя все разнообразие руководителей, специалистов, рабочих и непрофессиональных работников, т.е. такие элементы, как руководители подразделений, инженеры различных специальностей, авиатехники, авиамеханики, мойщики, комплектовщики, слесари, уборщики и т.д.

Над множествами можно проводить операции.

Операция объединения (сумма) $(A \cup B)$. В классической теории множеств подразумевает множество предметов, являющихся эле-

ментами множества A или B . Применительно к АТЦ операция объединения выглядит следующим образом:

$$АТЦ = ДТО \cup ДПЛГ \cup ДУК \cup ДБПиМТП, \quad (2)$$

т.е. очевидно, что множество АТЦ, по определению представляющее собой совокупность всех структурных элементов – множеств, представляющих из себя подразделения, в различные промежутки времени, к примеру в ночной период времени, может быть представлено только частью элементов, входящих в множества ДТО, ДПЛГ, ДУК и ДБПиМТП и при этом сохранять полную работоспособность.

В данном примере является множеством подмножеств, которое с динамической точки зрения может быть представлено множеством операций над этим множеством.

Операция пересечения (произведение)

$(A \cap B)$ в классической теории множеств есть множество всех предметов, являющихся элементами обоих множеств A и B . В прикладном виде применительно к одному из производственных участков операция пересечения будет выглядеть так:

$$\{\text{пр. участок}\} = \{\text{персонал}\} \cap \{\text{инструмент}\} \cap \{\text{документация}\}. \quad (3)$$

Данная форма показывает, что множество – производственный участок, из всего большого количества имеющегося в АТЦ персонала, используемых инструментов и документации в себя включает только то, что используется на данном участке.

Здесь множество {пр. участок} – производственный участок – состоит из небольшого количества определенных элементов: инженеры, авиатехники, авиамеханики, имеющие допуск к работе только на этом участке и закрепленные приказом по предприятию только к этому участку; инструменты, предусмотренные для работ именно на этом участке, технологии, рабочие карты, планы ТО, необходимые для работ на данном участке.

Множество {инструмент} включает в себя все разновидности инструмента: отвертки, пассатижи, рожковые и динамометрические ключи, тестовое оборудование, прессмасленки, специальные ключи, и другие инструменты, необходимые для обслуживания ВС по формам ТО, которые предусмотрены сертификатом АТЦ.

Множество {документация} включает в себя все виды документации, используемой в АТЦ для обеспечения процессов ТО: технологии, тех. описания, регламенты – программы ТО, рабочие карты, дефектационные ведомости, планы ТО годовые, квартальные, суточные, директивы летной годности, бюллетени и т.д.

Отношения между элементами. Отношения подразумевают какие-либо связи и функциональные нагрузки между парами элементов, рассматриваемых в определенном порядке. Объект определяется определенным состоянием. Пара элементов, какими является сам объект, воздушное судно, и средства диагностики и объективного контроля связаны отношением, заключающемся в описании состояния объекта. Более высокий уровень отношений – оценка состояния. Специалист, авиатехник, используя показания приборов производит оценку состояния элемента объекта. На более высоком уровне инженер получив оценку состояния элемента объекта производит оценивание состояния объекта и принимает решение о его пригодности к дальнейшей эксплуатации. Таким образом можно выделить упорядоченные пары «объект – средства диагностики и объективного контроля → описание состояния», «средства диагностики и объективного контроля – специалист (авиатехник) → оценка состояния» и «оценка состояния - документация производителя – инженер → оценивание состояния объекта». Каждый из приведенных элементов является множеством.

Рассуждая неформально, АТЦ может быть представлен в рамках теоретико-множественного подхода как регулярное множество функциональных структурных элементов - конфигураций, нацеленных на выполнение определенных задач, так как каждая система удовлетворяет формальным определениям регулярности.

Для описания структур в теоретико-множественном представлении и выполнения действий над ними введем понятие класса организационно-технических структур.

Примем требования EASA для определения и описания элементов множеств в структуре. Соответственно общим характеристическим признаком всех систем, представляющих собой самостоятельные структуры, входящих в организационно-техническую структуру АТЦ и объединяющее их, является удовлетворение единым требованиям авиационной администрации EASA. Таким образом, организационно-технические структуры АТЦ представляют собой класс структур, построенных в соответствии с едиными требованиями, в нашем случае EASA. Данный класс организационно-технических структур включает в себя ряд элементов.

Системы и составляющие элементы АТЦ можно представить в виде упорядоченного множества. Каждое множество для удобства можно классифицировать по направлениям книг и глав требований EASA.

3. РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Учитывая факторы больших размеров структуры АТЦ, сложности процессов происходящих в ней и большого количества специфических подразделений и специалистов участвующих в процессах, предлагается применить принцип диакоптики и исследовать структуру по частям [6]. Для этого возьмем только структуру департамента ТО ВС (ДТО) и проанализируем ее работу.

Исходя из обобщенной задачи решаемой АТЦ к частным задачам подразделений ТО в АТЦ относятся следующие:

- эксплуатация и поддержка базы наземных сооружений, необходимых для ТО;
- хранение и эксплуатация наземного оборудования и инструмента;
- подбор, обучение, поддержание квалификации инженерно-технического персонала;
- планирование работ по ТО в соответствии с имеющимися ресурсами;
- выполнение технического обслуживания;
- выпуск сертификата исправности ВС – CRS (Certificate Release to Service).

Представим департамент технического обслуживания (ДТО) в виде упорядоченного множества подмножеств.

ДТО состоит из множества элементов - цехов и отделов, которые в свою очередь состоят из подмножеств – участков. Участки состоят из подмножеств – бригад.

Для описания элементов и форм (функций) от этих элементов поставим предлагаемые элементы в соответствие с требованиями EASA. Начнем описание с элементарных элементов и простых подмножеств, и в процессе описания будем строить более сложные множества с целью описать конечное множество – ДТО, как часть АТЦ.

Рассмотрим ДТО с точки зрения множеств авиационных специалистов и руководителей.

3.1. Персонал с позиции теоретико-множественного представления

Руководители, специалисты и рабочие являются элементами подмножеств – бригад, участков и цехов. Последние являются элементами множества - ДТО.

Характеристики или свойства, присущие авиационным специалистам, описаны в требованиях EASA Part-145 в главе a35 и a30 и включают такие критерии, как образование, уровень профессиональной подготовки, опыт работы и состояние здоровья авиационного специалиста. К авиационным специалистам относятся

авиаинженер, авиатехник, авиамеханик. Авиаинженеры и авиатехники делятся на две категории: механики – специалисты по самолету и двигателям (СиД), и авионики – специалисты по авиационному и радио-электронному оборудованию (АиРЭО). Все эти категории персонала являются элементарными элементами множества S авиационных специалистов.

$$e \in S; b1 \in S; b2 \in S; m \in S \rightarrow S = \{e, b1, b2, m\}.$$

Инженер – e; $e \in B1 \cap B2 \cap C$.

Авиатехник СиД – b1; $b1 \in B1$.

Авиатехник АиРЭО – b2; $b2 \in B2$.

Авиамеханик – m; $m \in M$.

Каждая единица является членом множества всех однотипных специалистов и описывается системой уравнений, которая позволяет выделить их в отдельные категории:

$$\begin{cases} B1 = \{b1 | F(145, a35)\} \\ B2 = \{b2 | F(145, a35)\}; \text{ при этом } MB \neq 1; \\ M = \{m | F(145, a30)\} \end{cases}$$

$$B1 \neq B2; M \neq B2, \text{ но } M \subseteq B1; \quad (4)$$

$e \in B1 \cap B2 \cap C$, таким образом инженер может обладать свойствами B1 либо B2, либо обоими одновременно и соответствует требованиям категории C.

Здесь $F(145, a35)$ и $F(145, a30)$ – это формы от элементов множеств авиационных специалистов.

Бригада состоит из множества авиаспециалистов различных специальностей, возглавляется бригадиром из числа авиатехников $b1 - b^*$

Бригада может быть представлена в виде:

$$B = \{b^*, b1_1, b1_2, \dots, b1_n, b2_1, \dots, b2_m, \dots, m_1, \dots, m_k, \emptyset\} = \{B1 \cap B2 \cap M\}, \quad (5)$$

где \emptyset – пустое множество может представлять специалиста, не участвующего в обслуживании в данный момент, но привлекаемого к работам в случае необходимости.

Участок Se (Sector) и цех W (WorkShop).

Участок состоит из множества бригад и возглавляется инженером. Соответственно по аналогии с бригадой участок можно описать:

$$Se = \{e, B\} = \{e, \{b1_1, b1_2, \dots, b1_n, b2_1, \dots, b2_m, \dots, m_1, \dots, m_k, \emptyset\}\} = \{b1^*, B1 \cap B2 \cap M\}. \quad (6)$$

Цех ТО состоит из самостоятельных участков, управляемых руководителем цеха e^* – инженером, обладающим достаточным опытом работы, навыками и необходимыми для руководителя цеха свойствами:

$$W = \{e^*, Se\} = \left\{ e^*, \left\{ e \{ b^*, \{ b_1 \}, \{ b_2 \}, \{ m \} \} \right\} \right\} = \{ e^*, \{ e, \{ b_1^*, \{ B1 \cap B2 \cap M \} \} \} \}. \quad (7)$$

3.2. Теоретико-множественные представления инструмента и оборудования

При ТО авиатехники и механики используют

инструмент и оборудование. Из всего множества существующего инструмента и оборудования при ТО ВС возможно использовать только тот инструмент, который рекомендован производителем и прописан в АММ согласно требований EASA Part145.A30, и оборачивается (принимается, хранится, выдается и возвращается, калибруется, списывается) в соответствии с данными требованиями:

$$I = \{i | F(AMM; 145, a40)\}; I \in I, \quad (8)$$

где I – это множество всего существующего инструмента.

3.3. Информационное и документарное обеспечение технического обслуживания

Рассмотрим следующий элемент – информационное обеспечение технического обслуживания. В АТЦ используют эксплуатационно-технический и технологический классы документации.

С эксплуатационно-технической документацией производителя ВС (руководства по технической эксплуатации) работают специалисты ДПЛГ. Этот класс документации описывает конструкции ВС и технологии обслуживания. Ее используют с тем, чтобы из множества технологий и операций выделить те, что применимы к конкретным ВС парка авиакомпании, представляющих подмножество ВС одного типа, и сгруппировать их в определенное множество операций, составляющих пакет работ на конкретные работы.

Эксплуатационно-техническая документация: руководства АММ, TSM; авиационные директивы – AD, сервисные бюллетени – SB и бортовые журналы ATLB формируются применительно к множеству многих типов, серийных номеров и даже классов ВС. Однако когда речь идет о небольшом числе ВС, то применяется форма от множества, применимая только к этому небольшому числу ВС.

Таким образом:

$$AMM|F(ac) \in AMM \text{ и } AMM|F(ac) \subset AMM; \quad (9)$$

$$TSM|F(ac) \in TSM \text{ и } TSM|F(ac) \subset TSM; \quad (10)$$

$$AD|F(ac) \in AD \text{ и } AD|F(ac) \subset AD; \quad (11)$$

$$SB|F(ac) \in SB \text{ и } SB|F(ac) \subset SB; \quad (12)$$

$$ATLB|F(ac) \in ATLB \text{ и } ATLB|F(ac) \subset ATLB, \quad (13)$$

где $F(ac)$ – форма элементов множеств от ac подразумевает применимость одного или нескольких документов из множества всех документов конечному множеству ВС в парке авиакомпании.

Такие документы, как перечень минимального количества исправного оборудования на борту (MEL) и программа технического обслуживания (MP) оказывают влияние на объем пакета работ, требуемого к выполнению на ВС.

Отношение MMEL и MEL аналогично программе ТО. MEL является сокращенной формой MMEL ввиду того, что авиакомпания обязана

учитывать множество внутренних факторов, накладывающих ограничения на эксплуатацию с разрешенным неисправным оборудованием ВС, поэтому MMEL относится к MEL следующим образом:

$$MEL \in MMEL; MEL \subset MMEL. \quad (14)$$

Получаемый пакет работ должен включать в себя работы:

- смотровые и инспекционные, перед каждым вылетом (Part-M.a301);
- работы, предусмотренные программой ТО (Part-M.a302);
- работы по авиационным директивам (Part-M.a303);
- работы по модификациям и ремонтам (Part-M.a304);
- работы по устранению дефектов (Part-M.a403; MEL).

Класс технологической документации включает:

- MPD – программу технического обслуживания, разработанную производителем для типа ВС (на множестве ВС, произведенном с начала до текущего момента), которая представляет собой множество операций, необходимых к выполнению с определенной периодичностью;
- MP – программу технического обслуживания, разработанную подразделением ПЛГ авиакомпании на основе MPD производителя для типа ВС, но предназначенную только для парка воздушных судов авиакомпании и представляющую собой множество операций, необходимых к выполнению с определенной периодичностью на строго определенном парке ВС, эксплуатируемом только в данной авиакомпании.

Отличие MP от MPD заключается в том, что MPD несет в себе минимальные требования к плановому ТО, одобренные авиационной администрацией. MP – это расширенные требования к плановому обслуживанию, учитывающие наработку ВС, опыт эксплуатации в данной авиакомпании, индивидуальные конструктивные особенности. Таким образом,

$$MPD \in MP; MPD \subset MP. \quad (15)$$

В теоретико-множественном представлении специалисты подразделений ПЛГ работают с множеством входящей документации:

$$D1 = \{AMM, TSM, CDL, AD, SB, MPD, MMEL, ATLB, \dots\}. \quad (16)$$

Пакет, имеющий отношение к конкретному самолету, представляет собой более конкретизированное множество:

$$D2 = \{AMM|F(ac), TSM|F(ac), AD|F(ac), SB|F(ac), MP, MEL, ATLB|F(ac)\}. \quad (17)$$

Очевидно, что $D2 \subset D1$.

Однако помимо обязательных регламентных инспекций прикладывается документация – множество инструкций, приложений и

сопроводительной описательной документации, предусмотренной нормативом EASA Part-145.A.45. – D3.

$$D3 = \{d|F(145.a.45)\}; \quad (18)$$

$$D = D2 \cup D3 = D2 \cup \{d|F(145.a.45)\}; \quad (19)$$

$$D \in D2 \cup D3 = D2 \cup \{d|F(145.a.45)\}. \quad (20)$$

Здесь D1 – множество документации, прилагаемой к наряду в соответствии с EASA Part-145.A.45; D2 – множество документации на определенный ВС, присылаемое из ДПЛГ.

3.4. Помещения и производственные сооружения

Следующим классом множеств являются сооружения, помещения для выполнения работ и хранения инструмента, запчастей и расходных материалов.

В зависимости от размеров, возможностей технической организации, имеющихся критериев «K_x» техническая организация обязана представить помещения: офисные помещения для размещения персонала, планирования и инженерного персонала, склады для размещения инструмента, запчастей, агрегатов и расходных материалов, цеховые помещения основного и вспомогательного назначения, ангар для ТО ВС.

К помещениям предъявляются требования общего характера EASA Part-145 A.25.

Множество рабочих и офисных помещений A (Accommodations) опишем через функцию от элементов множества помещений *a* уравнением:

$$A = \{a|F(145.a.25)\}. \quad (21)$$

В связи с предложенными выше решениями появляется возможность создать теоретико-множественную математическую модель.

3.5. Теоретико-множественная модель ДТО АТЦ

Теоретико-множественная математическая модель организационной структуры цеха технического обслуживания департамента ТО АТЦ можно представить в виде системы уравнений (см. выр. (22)).

Теоретико-множественная модель цеха, включающая в себя все составляющие выглядит следующим образом (см. выр. 23).

Помимо цеха технического обслуживания в департамент ТО АТЦ входят цеха обслуживания компонентов W_k , технологический отдел $W_{тех}$, отдел производственного планирования $W_{пл}$, инструментальная кладовая $W_{и}$. Данные подразделения можно представить аналогичным образом, что и цех ТО.

ДТО возглавляется руководителем департамента ТО – начальником производства – $M_{то}$.

$$\left\{ \begin{array}{l} B1 = \{b1|F(145, a35)\} \\ B2 = \{b2|F(145, a35)\} \\ M = \{m|F(145, a30)\} \\ M \neq B1; B1 \neq B2; M \neq B2, \text{ но } M \subseteq B1 \\ e \in B1 \cap B2 \cap C \\ B = \{b1_1, b1_2, \dots, b1_n, b2_1, \dots, b2_m, \dots, m_1, \dots, m_k, \emptyset\} = \{B1, B2, M\} = \{B1 \cap B2 \cap M\} \\ Se = \{b_1^*, B\} = \{b_1^*, \{b1_1, b1_2, \dots, b1_n, b2_1, \dots, b2_m, \dots, m_1, \dots, m_k, \emptyset\}\} = \{b_1^*, B1 \cap B2 \cap M\} \\ W = \{e, Se\} = \{e, \{b_1^*, \{b1\}, \{b2\}, \{m\}\}\} = \{e, \{b_1^*, \{B1 \cap B2 \cap M\}\}\} \\ I = \{i|F(AMM; 145, a40)\}; I \in I \\ D \in D2 \cup D3 = D2 \cup \{d|F(145. a. 45)\} \\ A = \{a|F(145. a. 25)\} \end{array} \right. \quad (22)$$

$$W_{To} = \{e, \{b_1^*, \{b1\}, \{b2\}, \{m\}\} \cap \{i|F(AMM; 145, a40)\} \cap \{D2 \cup \{d|F(145. a. 45)\}\} \cap \{a|F(145. a. 25)\}\} = \{e, \{B\} \cap \{I\} \cap \{d\} \cap \{A\}\} \quad (23)$$

В общем виде теоретико-множественная модель ДТО АТЦ:

$$ДТО = \{M_{To}, W_{To} \cup W_k \cup W_{тех} \cup W_{пдо} \cup W_{и}\}. \quad (24)$$

лены в модели, совпадают. Таким образом полученная теоретико-множественная модель может послужить для создания универсального образа организационно-технической структуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая то, что полученная теоретико-множественная является универсальной моделью описательного языка организационных структур применимой для синтеза различных вариантов построения таких структур авиационных технических предприятий, то очевидно, что они описывают множество оригиналов существующих структур, которые в свою очередь включают в себя множество оригиналов элементов, описанных выше. Данная модель дает представление о детальном составе организационно-технической структуре АТЦ, учитывает все элементы, производные составляющие, предусмотренные государственными нормативными актами. Необходимо отметить, что требования нормативных актов различных государств – членов ИКАО могут иметь различные трактовки, но в целом требования к составляющим производственных элементов, как они представ-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Далецкий С.В., Деркач О.Я., Петров А.Н.* Эффективность технической эксплуатации самолетов гражданской авиации. М.: Воздушный транспорт, 2002. 216 с.
2. *Далецкий С.В.* Российская Академия транспорта, Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации (ГосНИИ ГА) «Формирование Эксплуатационно-технических характеристик воздушных судов гражданской авиации». М.: Воздушный транспорт, 2005. 416 с.
3. Управление качеством процессов технической эксплуатации авиационной техники: Учебное пособие / А.А. Ицкович, Ю.М. Чинючин, Н.Н. Смирнов, И.А. Файнбург. М.: МГТУ ГА, 2011. 113 с.
4. *Чинючин Ю.М., Смирнов Н.Н.* Сертификация объектов технической эксплуатации воздушных судов: Учебное пособие. М.: МГТУ ГА, 2009. 82с.
5. *Столл Р.Р.* Множества. Логика. Аксиоматические теории. [пер. с англ. Гастева Ю.А., Шмаина И.Х. Под ред. Шихановича Ю.А.]. М.: Просвещение, 1968. 231 с.
6. *Петров А.Е.* Тензорный метод двойственных сетей. М.: ООО «Центр информационных технологий в природопользовании», 2007. 496 с.

SET-THEORETIC REPRESENTATION OF ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF THE AVIATION TECHNICAL CENTER

© 2019 M.A. Kovalev, I.V. Poddubniy

Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov
Aircraft Technical Center of Ural Airlines, Yekaterinburg

Due to the complexity of the created organizational structure of specific systems and service production in General, the physical implementation, and then its development in order to assess the resulting structure, is costly. Therefore, taking into account this factor to solve the problems of building an organizational structure and production processes, it is necessary to use mathematical modeling, i.e. the creation of a model that can be used to study various options for building and optimizing it. Today, however, the problem is the lack of a universal model underlying many specific maintenance tasks.
Keywords: Aviation enterprise, aviation transport system, aviation engineering service, maintenance, airworthiness, organizational production structure, modernization, regulatory framework, maintenance of production, aviation technical base.

*Mikhail Kovalev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for General Issues of the Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov, Head of the Aircraft Operation Department. E-mail: kovalev.ma@ssau.ru
Igor Poddubniy, Deputy General Director of Ural Airlines, JSC for Aviation Engineering - Director of Aviation Technical Center. E-mail: i.poddubniy@u6.ru*