

УДК: 004.942

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ВОЙСКОВОЙ ПВО

В.В. Борисов, И.А. Фролов (Смоленск)

### Введение

Анализ результатов военных конфликтов последних десятилетий и мероприятий, проводимых в ходе боевой подготовки подразделений войсковой ПВО, позволяют сделать вывод о том, что недостаточная эффективность существующей системы подготовки и технических средств обучения обуславливают невысокий уровень слаженности работы боевых расчетов зенитных ракетных комплексов (ЗРК), органов управления подразделений, частей и соединений войсковой ПВО в ходе отражения ударов средств воздушного нападения (СВН) противника.

Учитывая это, в организации качественной подготовки расчетов зенитных средств и подразделений войсковой ПВО имеет место необходимость реализации адаптивного процесса подготовки специалистов боевых расчетов зенитных средств с вышестоящими органами управления, текущего и итогового контроля качества их обучения как на этапе одиночной подготовки отдельных специалистов боевых расчетов, так и при слаживании подразделений в целом. Подразделение ПВО (например, зенитный дивизион (*здн*)) является сложной организационно-технической системой, для которой характерной чертой является деятельность, обусловленная неопределенностью, неточностью и неполнотой исходных данных вследствие его «социальной природы». Эти факторы оказывают непосредственное влияние на результаты подготовки специалистов *здн* в составе подразделений. Адаптивность процессов подготовки может быть достигнута на основе сочетания их композиционного моделирования с применением современных информационных технологий и интеллектуального управления этими процессами. Для этого необходима разработка нового метода адаптивной подготовки подразделений *здн*, отличительной особенностью которого будет являться возможность моделирования процесса их подготовки во взаимодействии с композиционной онтологической моделью предметной области и моделью объекта подготовки. Объектами подготовки являются отдельные специалисты боевых расчетов зенитных средств, расчет (отделение) зенитных средств, зенитный ракетный (артиллерийский) взвод, зенитная ракетная (артиллерийская) батарея и *здн* в целом.

Такой подход позволит осуществлять интеллектуальное управление процессом подготовки подразделений *здн* для повышения его качества.

### Процесс подготовки подразделений *здн*

Боевая подготовка включает:

- одиночную и индивидуальную подготовку военнослужащих;
- подготовку (слаживание) экипажей, расчетов, подразделений, воинских частей и соединений;
- подготовку (слаживание) органов управления.

Для подготовки подразделений *здн* на определенных ее этапах применяются индивидуальные, групповые и коллективные формы обучения.

Индивидуальные формы обучения предполагают персональную работу обучающего с обучаемым или работу обучаемого в составе группы, но по индивидуальному заданию.

Групповые формы обучения применяются при проведении занятий в составе

подразделения – отделения (экипажа, расчета), отрабатывающего единые учебные вопросы и учебные задачи (нормативы).

Коллективные формы обучения предполагают привлечение больших воинских коллективов – подразделений (батарея, дивизион), воинских частей, соединений и их органов управления (штабов), отрабатывающих по единому плану (замыслу) различные учебные вопросы, учебные задачи.

Таким образом, возможно представлять единый процесс подготовки подразделений *здн* как интеграцию конвергентных процессов индивидуальной подготовки отдельных специалистов, групповой подготовки отделений (расчетов), взводов, батарей и коллективной подготовки дивизиона в целом.

Для согласования всех процессов подготовки подразделений *здн* на всех этапах в целях качественной организации и проведения подготовки необходим выбор соответствующих механизмов. Такими механизмами могут выступать методы процессного управления, применимые для моделирования процессов деятельности в сложных системах [1].

Процессный подход к управлению основан на понятии «делового» процесса, представляющего собой конечную совокупность взаимосвязанных, последовательных, регламентированных действий с распределением различных ресурсов. «Деловые» процессы выполняются в условиях различных рисков. В случае реализации рисков цель «делового» процесса может достигаться частично либо не достигается вовсе [2].

В настоящее время существуют различные методологии моделирования «деловых» процессов (например, BPMN, IDEF, DFD).

Для согласованного и формализованного представления «деловых» процессов подготовки подразделений *здн* целесообразно использовать диаграммы нотации ARIS eEPC, особенностями которой, обеспечивающими их применимость при процессном управлении, являются:

- простота её интерпретируемости;
- достаточно жесткие правила построения диаграмм в нотации;
- наличие в диаграммах «деловых» процессов событий, определяющих ход протекания «деловых» процессов [3].

Фрагмент процессов индивидуальной подготовки стрелка-зенитчика по технической и специальной подготовкам в нотации ARIS eEPC представлен на рис. 1.

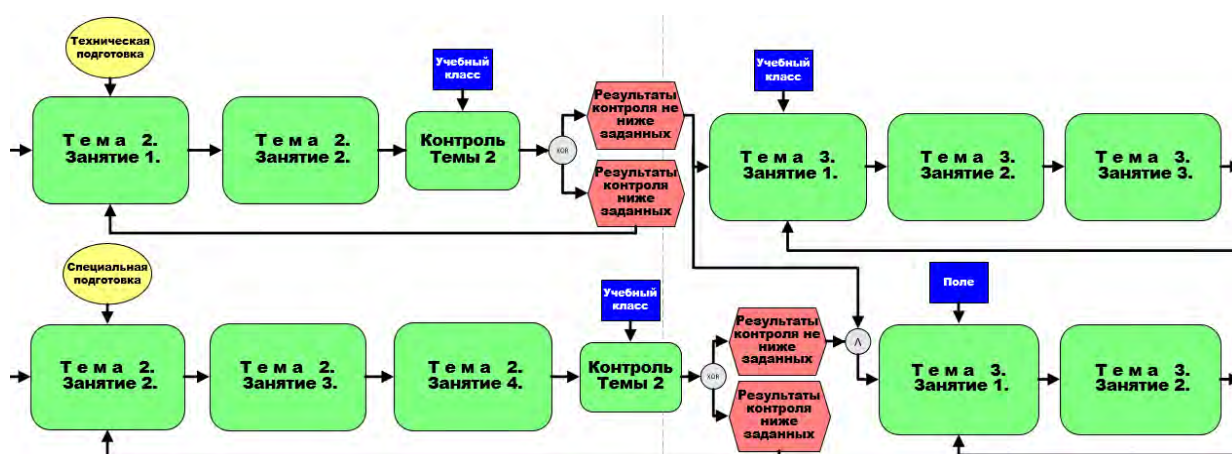


Рис. 1 – Фрагмент процессов подготовки стрелка-зенитчика по технической и специальной подготовкам

Такая модель процесса подготовки подразделений *здн* достаточно наглядно показывает последовательность прохождения курса изучения предметов боевой подготовки, взаимосвязь между предметами и выступает методической основой для

построения индивидуальных траекторий обучения специалистов *здн* и корректировки их на определенных этапах при не достижении целевых показателей. На последующих этапах подготовки подразделений *здн* индивидуальные траектории будут объединяться в групповые траектории, что позволит реализовать индивидуальный подход к обучаемым специалистам в процессе слаживания подразделений. Кроме того, такой подход позволит выявлять ошибки, совершаемые отдельными специалистами, которые являются причиной несогласованных действий личного состава в составе подразделения при ведении боевой работы по обстрелу воздушных целей.

Качественный процесс подготовки подразделений *здн* предполагает применение новых интеллектуальных информационных технологий для его обеспечения. В целях информационного обеспечения процесса подготовки целесообразно применить онтологический подход, который позволит формировать содержание проводимых тренировок и занятий индивидуально для каждого специалиста *здн* не только при одиночной подготовке, но и при слаживании подразделений.

Разработанная онтология информационных ресурсов включает всю информацию, необходимую для качественной подготовки подразделений *здн* (всевозможные инструкции, учебные пособия, правила стрельбы и боевой работы на зенитных комплексах и т.д.). Весь информационный ресурс разбит на атомарные единицы знаний и атомарные единицы умений, которые связаны друг с другом различными отношениями для обеспечения автоматизированного представления информации на различных этапах подготовки. Атомарные единицы знаний и умений представляют собой те знания и умения, которыми необходимо овладеть в процессе подготовки как отдельным специалистам, так и подразделениям *здн* в целом.

Онтологическая модель информационных ресурсов имеет вид:

$$Or = \langle T, S, Z, R \rangle,$$

где  $T = \{t_1, \dots, t_n\}$  – множество объектов, характеризующих предметную область;  $S$  – множество семантических связей в предметной области;  $Z = \{z_1, \dots, z_n\}$  – множество учебных задач, решаемых специалистами;  $R$  – результаты выполнения учебных задач.

### Профиль учителя

Анализ системы боевой подготовки показывает, что повышение ее эффективности возможно за счет организации более качественного управления процессом подготовки подразделений *здн*. В целях качественного управления процессом подготовки, контроля выполнения целей на каждом этапе подготовки, а также при необходимости реинжиниринга индивидуальных (групповых) траекторий подготовки (при не достижении целей на определенных этапах подготовки) необходимо участие интеллектуального агента. В роли интеллектуального агента в этом случае может выступать человек или специальная программа, задачами которого являются:

- непрерывный контроль выполнения целевых показателей каждого этапа подготовки каждым обучаемым в составе подразделения;
- выявления тех показателей, которые не были достигнуты в процессе подготовки на определенном этапе;
- выработки рекомендаций для принятия решения на корректировку (реинжиниринг «делового» процесса) как индивидуальных траекторий, так и групповых траекторий подготовки;
- анализа процесса подготовки и учета его результатов для формирования «цифрового двойника» каждого объекта подготовки.

Для обеспечения качества подготовки подразделений *здн* разрабатываются эталонные модели процессов, которые являются основой при инжиниринге

индивидуальных траекторий подготовки. Исходя из результатов проверки текущего уровня подготовленности объекта подготовки происходит построение траектории, содержащей все необходимые атомарные единицы знаний и умений для достижения целей показателей.

Кроме того, профиль учителя содержит правила, по которым в случае необходимости (например, не достижения целей подготовки на определенном этапе) будет изменяться модель процесса подготовки либо отдельного специалиста, либо всего подразделения.

### Профиль объекта подготовки

Профиль объекта подготовки содержит его достижения (знания, умения и навыки), приобретенные в процессе подготовки, а также атрибуты, необходимые для его идентификации при актуализации профиля (рис. 2).

Для качественного и оперативного управления процессом адаптивной подготовки подразделений *здн* разработаны эталонные профили объектов подготовки, которые содержат все возможные атомарные единицы знаний и умений, которыми должен овладеть объект подготовки. На первоначальном этапе происходит сравнение эталонного профиля с профилем объекта подготовки для его актуализации и определения атомарных единиц знаний и умений, которыми необходимо овладеть объекту подготовки. На основании полученных в процессе сравнения результатов с использованием эталонных процессов подготовки происходит построение индивидуальной (групповой) траектории подготовки.

Для определения изменения количества знаний, умений и навыков в процессе подготовки, достижения (не достижения) определенного этапа происходит оценивание уровня подготовленности (контроль) путем сопоставления количества атомарных единиц знаний и умений, усвоенных объектом подготовки, текущему этапу процесса подготовки, результаты которого отражаются в профиле объекта подготовки. При несоответствии текущего уровня подготовленности объекта подготовки заданному уровню происходит корректировка (реинжиниринг) индивидуальной и (или) групповой траектории обучения.

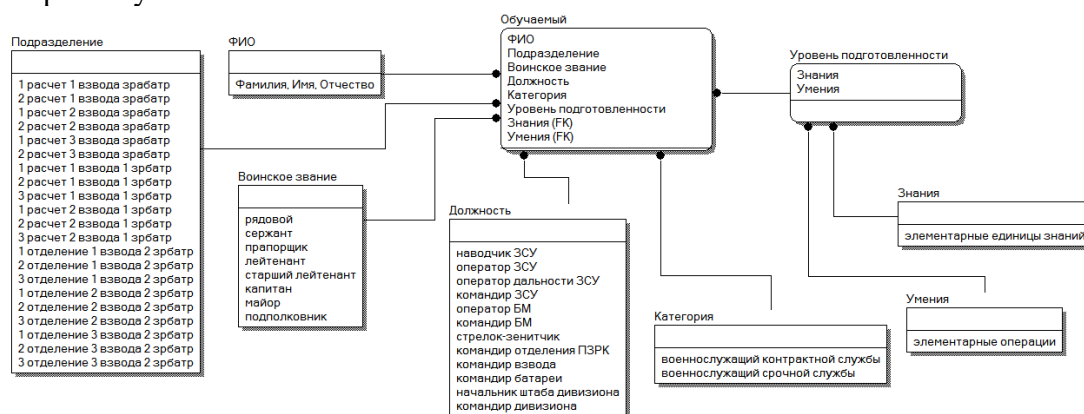


Рис. 2 – Информационная модель профиля объекта подготовки

### Моделирование процесса подготовки подразделений *здн*

Для моделирования процесса адаптивной подготовки на основе сценарно-информационной модели, построенной в нотации ARIS eEPC, целесообразно использовать аппарат нечетких сетей Петри. Моделирование процесса подготовки подразделений *здн* с использованием сетей Петри позволит выявить:

– риск недостижимости результата «делового» процесса при заданном наборе входных элементов;

– «узкие места» в процессе подготовки, когда необходимо выполнить те или иные операции боевой работы, а объект подготовки еще не овладел определенными атрибутами, необходимыми для выполнения этих операций.

При построении модели процесса подготовки подразделений *здн* необходимо преобразовать структуру «делового» процесса в нечеткую сеть Петри с использованием такого подхода, когда каждой функции бизнес-процесса в нотации ARIS eEPC ставится в соответствие позиция сети Петри, а каждому событию – её переход [6].

В процессе подготовки уровень обучаемого соотносится с маркером нечеткой сети Петри. При достижении определенного уровня подготовленности (приобретения определенного количества знаний, умений и навыков) происходит срабатывание переходов нечеткой сети Петри, и маркер обучаемого перемещается по сети (обучаемый переходит к изучению следующей темы, отработке следующего норматива). Если уровень подготовленности обучаемого недостаточен для перехода, обучаемому предлагается повторить (изучить) необходимый материал или отработать необходимый норматив.

Пример преобразования фрагмента структуры «делового» процесса индивидуальной подготовки стрелка-зенитчика по технической и специальной подготовкам в нечеткую сеть Петри представлен на рис. 3.

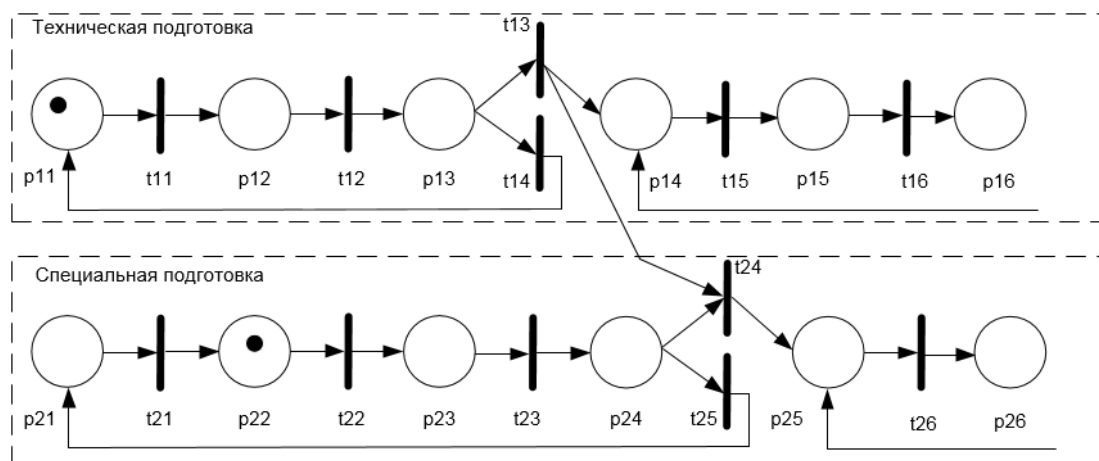


Рис. 3 – Пример преобразования процессов подготовки стрелка-зенитчика по технической и специальной подготовкам в нечеткую сеть Петри

На рисунке 3:

- p11...p16 – позиции нечеткой сети Петри, соответствующие изучаемым темам по технической подготовке;
- p21...p26 – позиции нечеткой сети Петри, соответствующие изучаемым темам по специальной подготовке;
- t11...t16, t21...t26 – переходы нечеткой сети Петри.

#### Метод адаптивной подготовки подразделений *здн*

Для повышения качества подготовки подразделений *здн* за счет автоматизации управления процессом разработан метод адаптивной подготовки подразделений *здн* (рис. 4). Новизна метода заключается в подходе к построению процесса подготовки подразделений войсковой ПВО и его анализу, а также во внедрении методов интеллектуального моделирования в процесс управления адаптивной подготовкой.



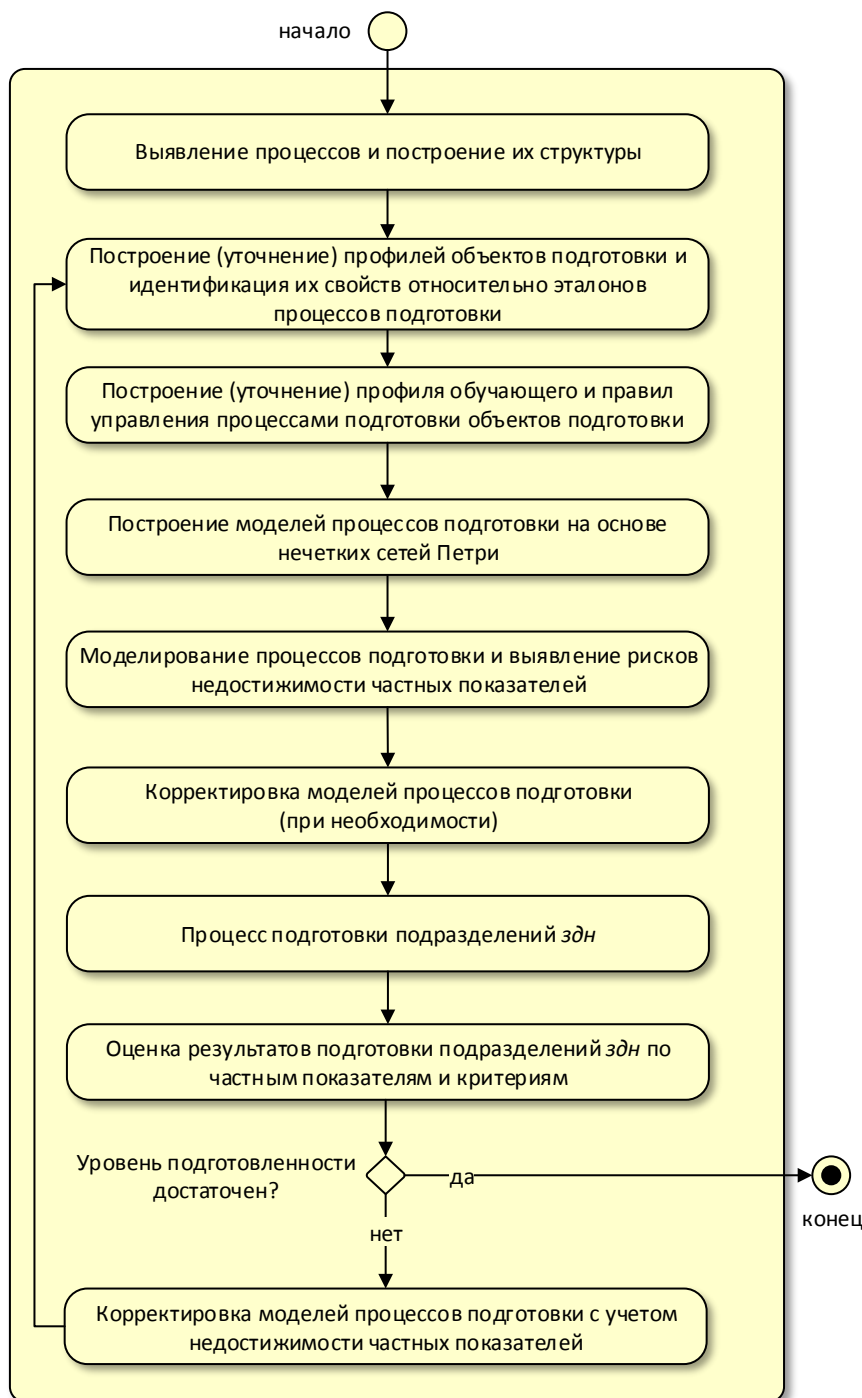


Рис. 4 – Обобщенная структура метода адаптивной подготовки подразделений здн

При таком подходе процесс моделирования осуществляется асинхронно и независимо и интегрирован в процесс управления и может корректироваться в зависимости от изменения различных условий и факторов, что обуславливает его адаптивность.

Предложенный метод включает следующие этапы:

- выявление процессов и построение их структуры;
- построение (уточнение) профилей обучаемых и идентификация их свойств (наличие знаний, умений и навыков) относительно эталонов процессов подготовки;
- построение (уточнение) профиля обучающего и правил управления процессами подготовки обучаемых;

- построение моделей процессов подготовки на основе нечетких сетей Петри;
- моделирование процессов подготовки и выявление рисков недостижимости частных показателей;
- корректировка моделей процессов подготовки (при необходимости);
- процесс подготовки подразделений здн;
- оценка результатов подготовки подразделений здн по частным критериям и показателям;
- при недостаточном уровне подготовленности – корректировка моделей процессов подготовки с учетом недостижимости частных показателей.

Разработанный метод позволяет строить модели процесса подготовки подразделений здн, отражающих разнохарактерность его выполнения (согласованность, субъективность, последовательность или отсутствие жесткого порядка) и учитывать существенные особенности реализации данного процесса за счет интеграции процессов одиночной подготовки специалистов в групповые процессы слаживания подразделений.

### Выводы

Таким образом, повышение качества подготовки подразделений здн в существующих условиях возможно за счет автоматизации управления данным процессом. Для этого разработан метод адаптивной подготовки подразделений здн, который позволяет на основе методов процессного управления построить адекватные модели процессов как одиночной подготовки специалистов, так и объединить их модель слаживания подразделений. Такая модель процесса подготовки подразделений здн позволяет достаточно наглядно отражать последовательность изучения предметов боевой подготовки, взаимосвязь между ними и может выступать методической основой для построения индивидуальных траекторий подготовки специалистов здн и корректировки их на определенных этапах при не достижении целевых показателей.

Разработанный метод позволит реализовать адаптивный процесс подготовки специалистов боевых расчетов зенитных средств с вышестоящими органами управления, контроль качества их обучения как на этапе одиночной подготовки отдельных специалистов боевых расчетов, так и при слаживании подразделений в целом.

### Список литературы

1. **Сысков В.В., Борисов В.В.** Постановка задачи процессного управления в сложных организационно-технических системах // Известия Смоленского государственного университета. Смоленск: СмолГУ, 2015. № 2/1. С. 301-311.
2. **Сысков В.В., Борисов В.В.** Подход к построению системы интеллектуального процессного управления для обеспечения эффективной коллективной деятельности // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2015. №83. URL: <http://www.uecs.ru>.
3. **Чеботарев В.Г., Громов А.И.** Эволюция подходов к управлению бизнес-процессами // Бизнес-информатика. 2010. № 1. С. 14-21.
4. **Бабкин Э.А., Князькин В.П., Шиткова М.С.** Сравнительный анализ языковых средств, применяемых в методологиях бизнес моделирования // Бизнес-информатика. 2011. № 2. С. 31-42.
5. **Рогущина Ю.В., Гладун А.Я.** Технологии Semantic Web и их использование при разработке интеллектуальных приложений // ISSN 1727-4907. Проблемы программирования. 2008. № 2–3. С. 385-394.

6. **Марголин М.С., Сорокин Е.В.** Анализ существующих способов и средств моделирования бизнес-процессов // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. 2016. Т.1 №2 с. 22-38.