

**ВЫБОР ТИПА МАТЕМАТИЧЕСКИХ  
МОДЕЛЕЙ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ В  
ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАСШТАБА  
МОДЕЛИРУЕМЫХ ПРОЦЕССОВ  
НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ  
ВОЗМОЖНОСТЕЙ****THE SELECTION OF MILITARY ACTIONS  
MATHEMATICAL MODELS  
DEPENDING ON THE SIZE OF MODELED  
PROCESS ON THE THEORY  
OF OPPORTUNITIES BASIS**

*В статье показано, как уровень абстрагирования выбранного типа математической модели должен соответствовать масштабу моделируемого процесса. Соблюдение приведенных правил позволит сокращать время выбора адекватной схемы математического моделирования и пресекать возможность использования в ходе исследований моделей, тип которых неадекватен масштабам моделируемых процессов.*

**Ключевые слова:** классификация математических моделей, математическая модель, уровень абстрагирования, агентное моделирование.

*The article shows how the level of abstraction of the mathematical model of the selected type must match the scale of the simulated process. Compliance with these rules will reduce the time to choose the adequate mathematical modeling schemes and prevent the use of models in the course of investigations, the type of which is inadequate to the scales of simulated processes.*

**Keywords:** classification of mathematical models, mathematical model, level of abstraction, agent-based modeling.

В работе Егорова А.А. [1] дана подробная и обоснованная классификация математических моделей боевых действий, но в данной статье удобнее пользоваться более компактной классификацией, приведённой в работе [2]. В соответствии с этой классификацией все математические модели можно поделить на три класса:

– во-первых, это системно-динамические модели;

– во-вторых, это дискретно-событийные модели (в других источниках они называются моделями систем массового обслуживания, или процессно ориентированными моделями);

– в-третьих, это модели агентного типа.

В качестве критерия выбора того или иного типа математической модели служит соответствие уровня абстрагирования, характерного для выбранного типа математической модели, и степенью абстрагирования математического

<sup>1</sup> Кандидат технических наук, профессор, Военная академия воздушно-космической обороны, г. Тверь.

<sup>2</sup> Кандидат технических наук, Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург.

описания войск, боевые действия которых должны быть смоделированы. Уровни абстрагирования, соответствующие согласно [2] различным типам математических моделей, представлены на рис. 1.

Наиболее высокий уровень абстрагирования соответствует системно-динамическим (аналитическим) моделям [3].

Более низкий уровень абстрагирования соответствует дискретно-событийным (процессно ориентированным) моделям.

Наиболее высокий уровень абстрагирования соответствует системно-динамическим (аналитическим) моделям, аккумулирующим законы и закономерности войны [3].

На рис. 1 стрелкой обозначено упорядочивающее отношение от низкого уровня абстрагирования к высокому.

При моделировании подразделения необходимо дать, по крайней мере, типизированное описание бойца, в это подразделение входящего. Моделирование деятельности человека на поле боя может быть реализовано с помощью большого числа математических схем:

- автоматных моделей деятельности, в основе которых лежит простейшая поведенческая формула «стимул – реакция»;
- группы сетевых моделей, в основу которых положены традиционные методы сетевого планирования;
- группы сетевых моделей, в основу которых положены функциональные сети;
- группы сетевых моделей, в основу которых положено описание различных действий бойца с помощью фреймов;

– группы сетевых моделей, в основу которых положен математический аппарат сетей Петри.

Уровень абстрагирования при описании деятельности типового бойца достаточно низкий (другими словами, описание бойца всегда достаточно конкретно), что и отображено на рис. 2. Данному низкому уровню абстрагирования вполне соответствует уровень абстрагирования агентного моделирования (рис. 1).



Рис. 1. Уровни абстрагирования, соответствующие различным типам моделей

Точно так же агентное моделирование вполне соответствует низкому уровню абстрагирования, проводимому при математическом опи-

сании подразделения и даже полка. Практика разработки математических моделей боевых действий данное положение подтверждает.

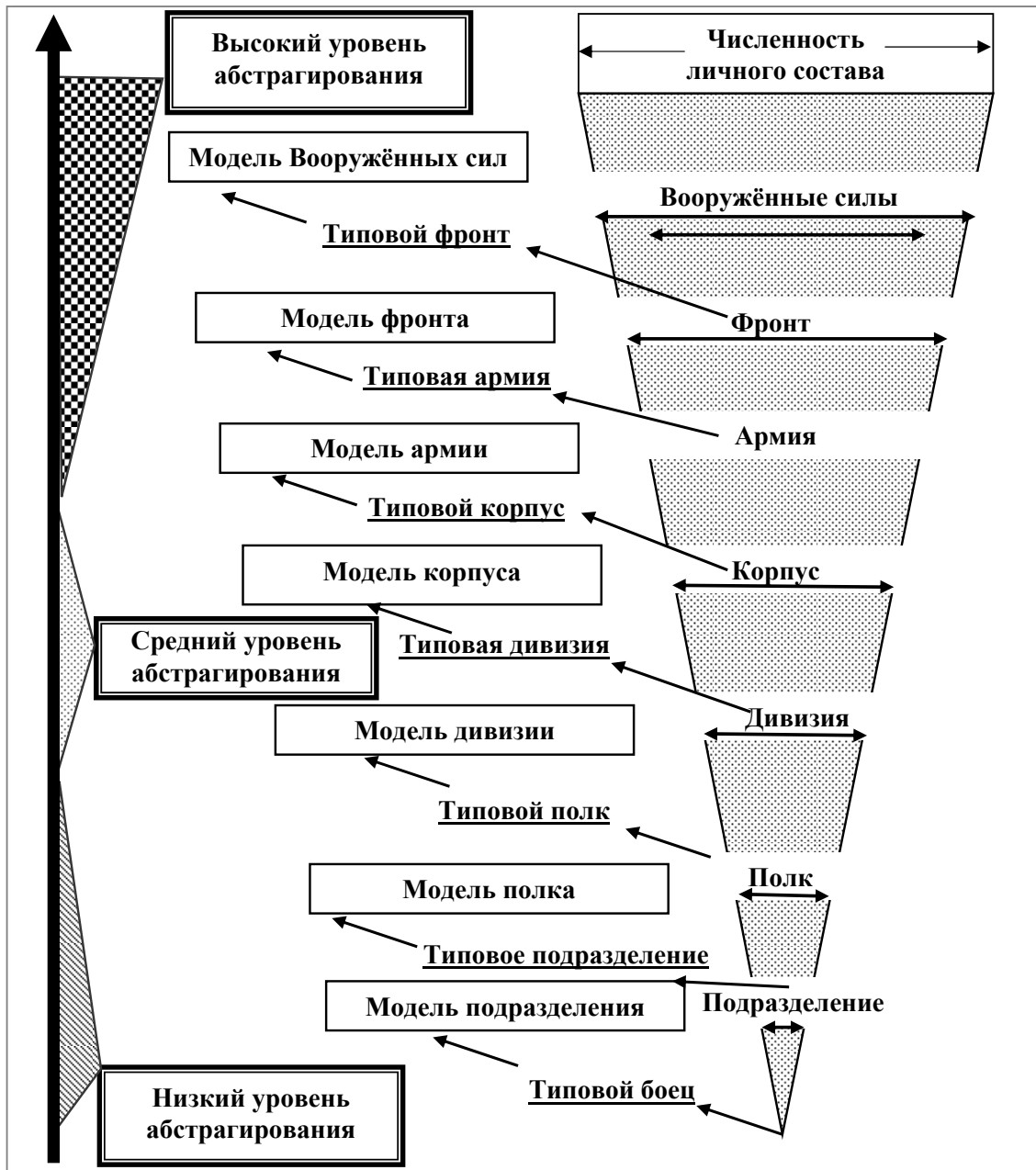


Рис. 2. Уровни абстрагирования, соответствующие математическому описанию различных иерархических структур

Но уже при математическом описании дивизии требуется использование достаточно глубокого абстрагирования, позволяющего агрегировать тысячи объектов. Более высокому уровню абстрагирования требуется и другой тип математических моделей с более высоким уровнем абстрагирования, а именно: дискретно-событийные модели.

В целом (в 95 случаях из 100), уровень абстрагирования выбранного типа математической модели должен соответствовать масштабу моделируемого процесса так, как это указано в данной статье. Соблюдение указанного правила позволит молодым учёным сократить время выбора адекватной схемы математического моделирования, а опытным командирам – пресекать

возможность использования моделей, тип которых неадекватен масштабам моделируемых процессов.

### Литература

1. Егоров А.А. К вопросу о классификации математических моделей боевых действий (операций) объединений ВВС / А.А. Егоров // Военная мысль. – 2004. – № 5.

2. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 / Ю.Г. Карпов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006.

3. Уёмов А.И. Системный подход и общая теория систем / А.И. Уёмов – М. : Мысль, 1978.

4. Нечай А.А. Методика комплексной защиты данных, передаваемых и хранимых на различных носителях информации / А.А. Нечай, П.Е. Котиков // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». – 2015. – Выпуск 1. – С. 94–98.

5. Котиков П.Е. Репликация данных между серверами баз данных в среде геоинформационных систем / П.Е. Котиков, А.А. Нечай // Вестник Российского нового университета. Серия «Сложные системы: модели, анализ и управление». – 2015. – Выпуск 1. – С. 90–94.