

# АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СОЦИО-ЭКОЛОГО- ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕГИОНА

В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин,  
Е.Д. Сушко  
ЦЭМИ РАН

# \*Цель работы

2

**Создание компьютерной модели,  
имитирующей внутреннюю  
структуру и правила  
функционирования региона как  
сложной социо-эколого-  
экономической системы для  
апробации различных вариантов  
управляющих воздействий**

# \*Требования к модели

- **Обеспечение максимально возможного приближения к реальности с тем, чтобы позволить распространять выводы, полученные в результате компьютерных экспериментов, на существующий в действительности объект;**
- **Предоставление пользователю удобного и наглядного интерфейса, позволяющего ему управлять процессами, происходящими в модели, и отслеживать результаты воздействий.**

# \* Постановка задачи

4

**Реализация в рамках одной комплексной модели нескольких частных моделей - природной среды региона, социально-демографической структуры его населения и структуры его экономики для имитации взаимосвязи происходящих в этих сферах процессов**

- ❑ **Модель природной среды.** ГИС-система, включающая базу данных, которая сочетает графическое и атрибутивное представление информации о регионе и различных объектах на его территории.
- ❑ **Модель экономической жизни.** Мультиагентная (агент-ориентированная) модель, основанная на индивидуальном поведении экономических агентов (АОМ).

# \*Мультиагентные системы

6

**или агент-ориентированные модели (agent-based models), сокращенно АОМ, относятся к классу моделей, основанных на индивидуальном поведении агентов и создаются для компьютерных симуляций**

**Агент - это программно или аппаратно реализованная система, обладающая следующими свойствами:**

# \*Свойства агента:

- ❑ **Автономность** - способность функционировать без прямого вмешательства людей или компьютерных средств и при этом осуществлять самоконтроль над своими действиями и внутренними состояниями.
- ❑ **Общественное поведение (*social ability*)** - способность взаимодействия с другими агентами (а возможно, людьми), обмениваясь сообщениями с помощью языков коммуникации.

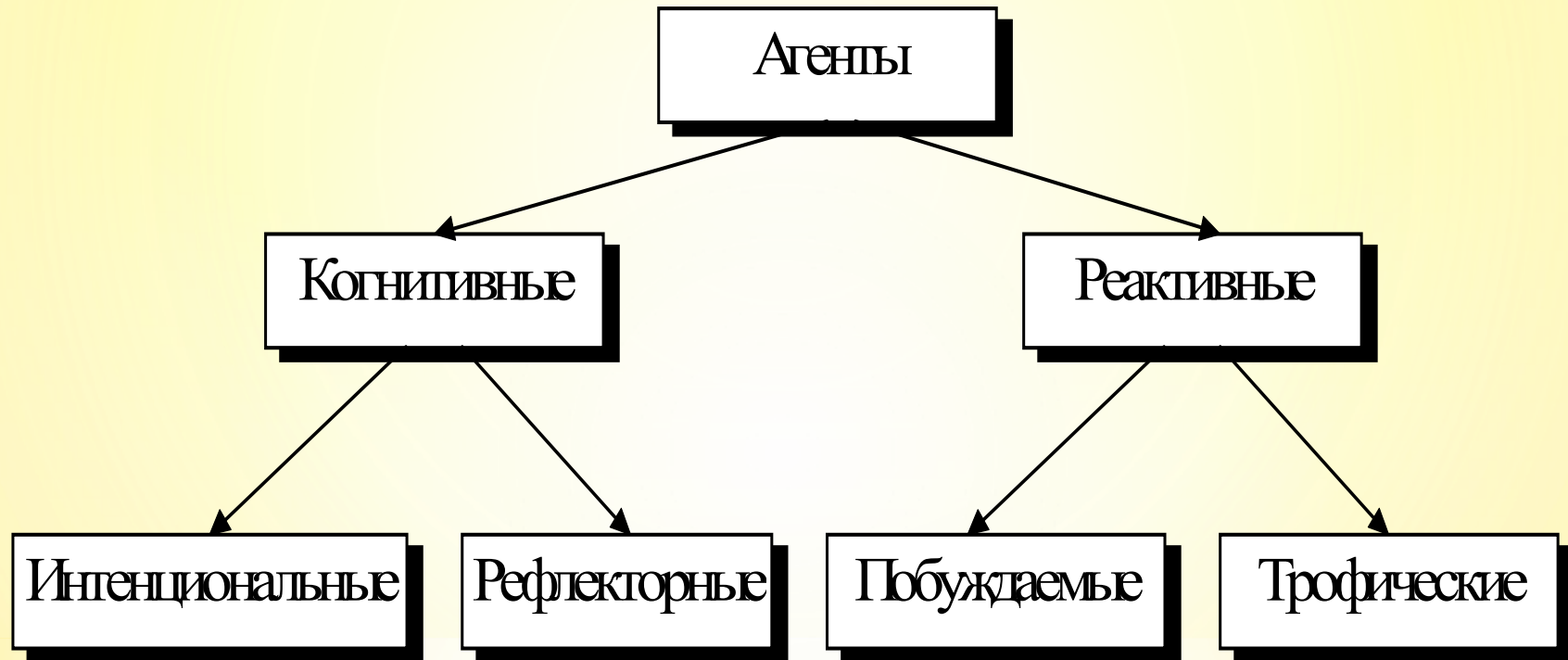


# \*Свойства агента:

- ❑ **Реактивность** - способность воспринимать состояние среды (физического мира, пользователя - через пользовательский интерфейс, совокупности других агентов, сети Internet, или сразу все этих компонентов внешней среды).
- ❑ **Целенаправленная активность (*pro-activity*)** - способность агентов не просто реагировать на стимулы, поступающие из среды, но и осуществлять целенаправленное поведение, проявляя инициативу.

# \*Классификация агентов

10



# \* Сравнение когнитивных и реактивных агентов

11

<b>Характеристики</b>	<b>Когнитивные агенты</b>	<b>Реактивные агенты</b>
<b>Внутренняя модель внешнего мира</b>	<b>Развитая</b>	<b>Примитивная</b>
<b>Рассуждения</b>	<b>Сложные и рефлексивные рассуждения</b>	<b>Простые одношаговые рассуждения</b>
<b>Мотивация</b>	<b>Развитая система мотивации, включающая убеждения, желания, намерения</b>	<b>Простейшие побуждения, связанные с выживанием</b>
<b>Память</b>	<b>Есть</b>	<b>Нет</b>
<b>Реакция</b>	<b>Медленная</b>	<b>Быстрая</b>
<b>Адаптивность</b>	<b>Малая</b>	<b>Высокая</b>
<b>Модульная архитектура</b>	<b>Есть</b>	<b>Нет</b>
<b>Состав МАС</b>	<b>Небольшое число автономных агентов</b>	<b>Большое число зависимых друг от друга агентов</b>

Это искусственное общество, состоящее из взаимодействующих между собой самостоятельных агентов, каждый из которых обладает **заданным набором личностных характеристик, целевой функцией и подчиняется правилам поведения, предопределяющим его реакцию в различных ситуациях, затрагивающих сферу его интересов**

# \*Свойства АОМ

- ❑ **Автономия.** Агенты действуют независимо друг от друга.
- ❑ **Неоднородность.** Агенты различаются друг от друга своими характеристиками, что принципиально отличает АОМ от моделей с агентом-представителем.
- ❑ **Ограниченная интеллектуальность** агентов (или ограниченная рациональность).

# \* Преимущества АОМ

- АОМ позволяют смоделировать систему максимально приближенную к реальности. Степень детализации АОМ, по сути, ограничиваются только возможностями компьютеров.
- АОМ допускают построение моделей с учетом отсутствия знаний о глобальных зависимостях в рамках моделирования соответствующей предметной области..

# \* Иерархия экономических агентов

15



# \* Типы агентов в региональной модели

- Агенты - физические лица (жители региона);
- Агенты - юридические лица (предприятия, организации);
- Агенты - муниципальные районы.



# \* Схема взаимного влияния агентов и их окружения в модели региона

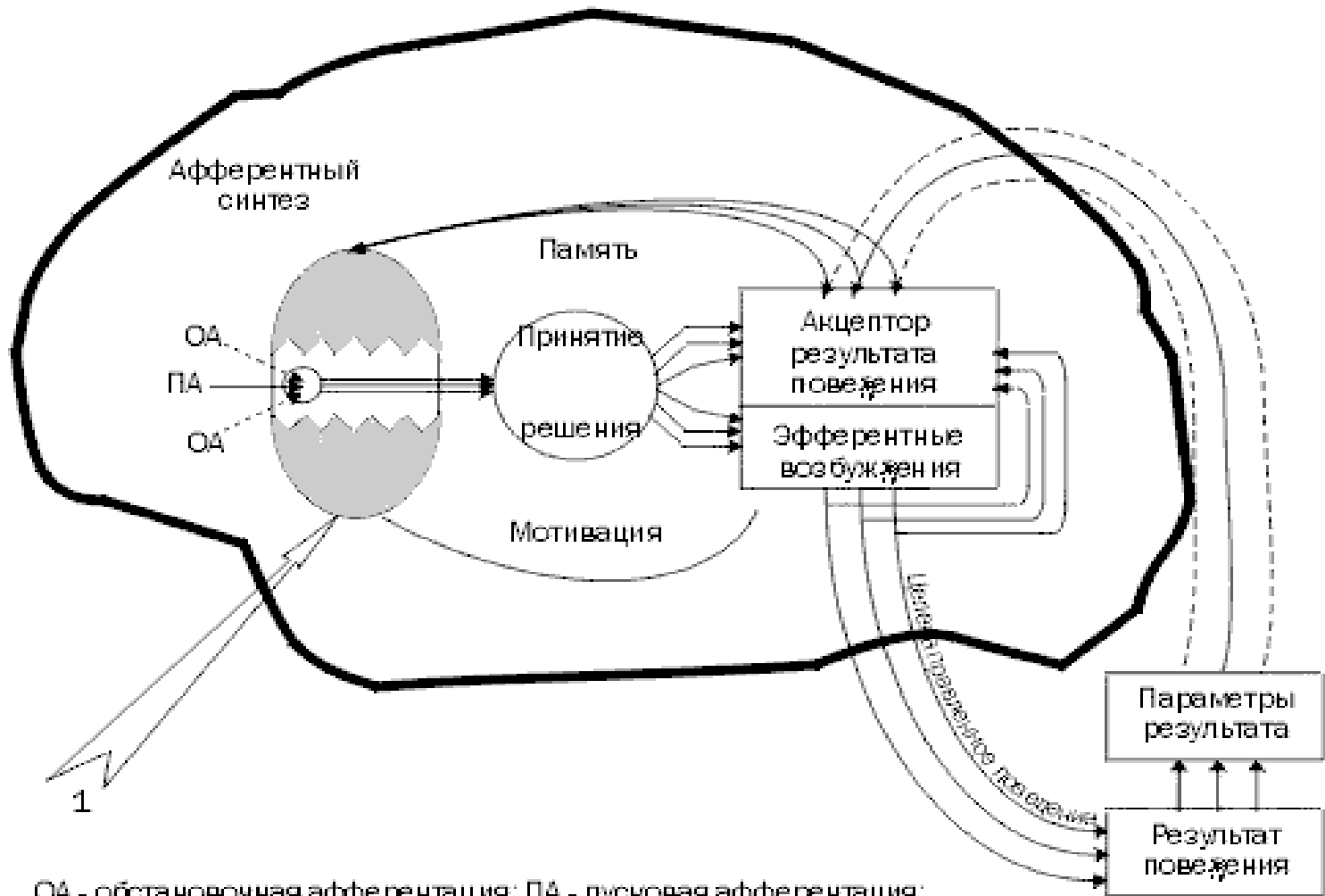


# \* Моделирование трудового потенциала региона

- Процедура прогнозирования демографической ситуации;
- Модель трудового потенциала агента-человека и его поведения как работника;
- Структура занятости и модель рынка труда;
- Модель производства;
- Модель формирования и использования бюджета.

# \* Архитектоника функциональных систем по П.К. Анохину

19



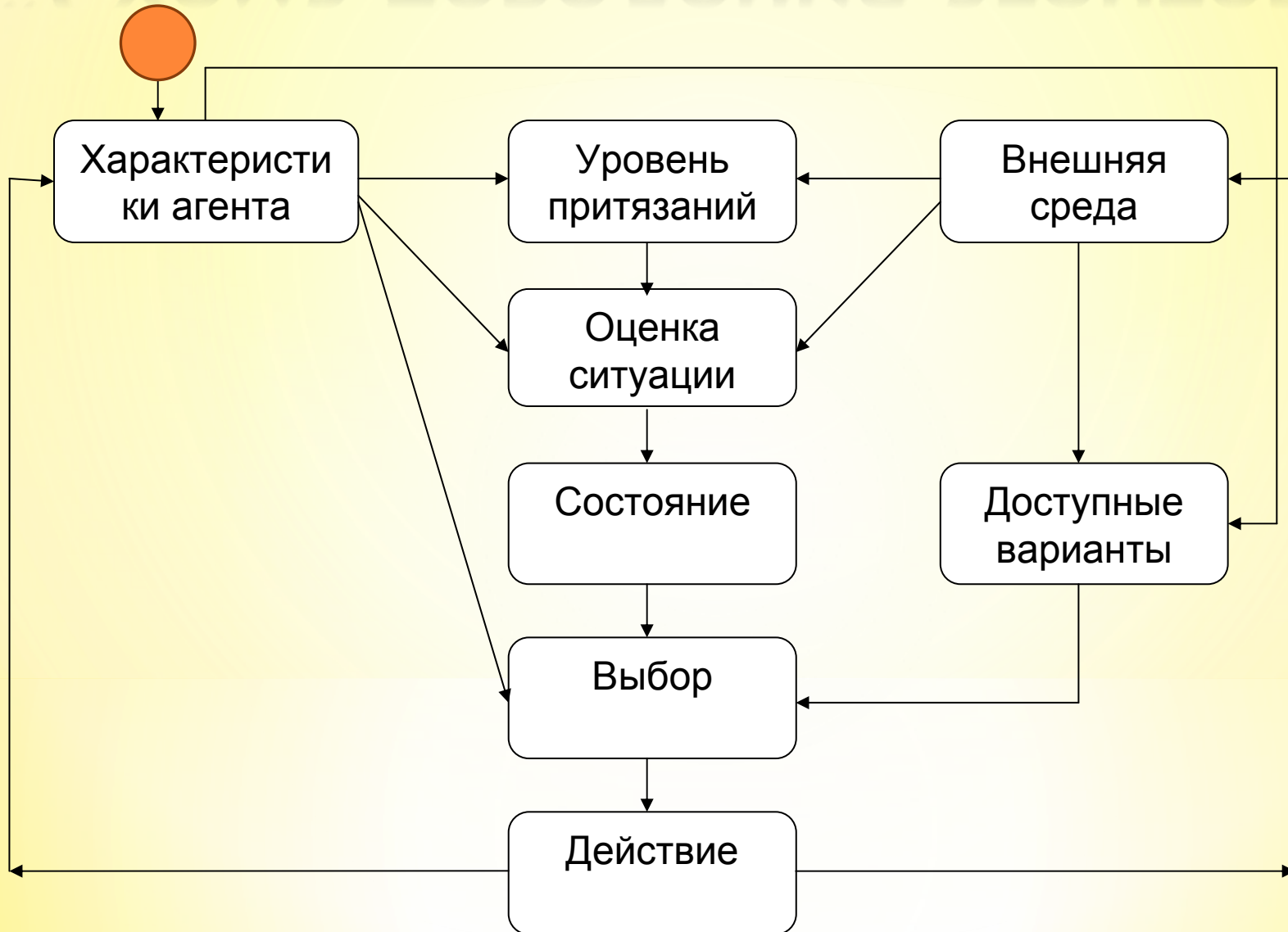
ОА - обстановка афферентация; ПА - пусковая афферентация;  
1 - сигнализация о метаболической потребности.

# \* Этапы поведенческого акта по П.К. Анохину

- Идентификация ситуации взаимодействия с внешней средой как требующей принятия каких-либо мер;
- Принятие решения - определение типа и направленности поведения. На этом этапе программируются также результаты будущих событий;
- Формирование программы действия;
- Выполнение программы действия;
- Оценка достигнутого результата.

# \*Схема поведения агентов

21



# \* Процедуры для имитации поведения агента

22

- Создание системы ценностей агента;
- Определение уровня притязаний агента;
- Оценка агентом удовлетворенности своим положением по каждому из критериальных показателей;
- Оценка агентом удовлетворенности своим положением в целом, что выражается в терминах лингвистической шкалы состояний;
- Выбор наилучшего при имеющихся характеристиках агента и ограничениях со стороны среды действия;
- Реализация выбранного действия.

# \* ХАРАКТЕРИСТИКИ агента-человека

23

- ❑ **Психофизиологические:** возраст, пол, состояние здоровья, уровень способностей, тип темперамента;
- ❑ **Профессиональные:** образование, сфера деятельности, опыт работы;
- ❑ **Личностные:** отношение к труду, внешняя или внутренняя направленность агента (экстраверсия - интроверсия), система ценностей;
- ❑ **Интегральные:** трудовой потенциал и состояние как уровень удовлетворенности работой.

**Значимость (веса) критериев оценки агентом удовлетворенности :**

**1. Качество жизни:**

- \* **Размер заработной платы;**
- \* **Экологическое благополучие района-места жительства**

**2. Стабильность занятости;**

**3. Карьерный рост;**

**4. Самореализация.**



# \* Трудовой потенциал агента-человека

25

1. Энергетический потенциал как функция от уровня здоровья, способностей, способности к творчеству и активности агента.

2. Социальный потенциал как функция от уровня образования, трудового стажа и отношения к труду.

Каждый показатель группы переводится в шкалу от 0 до 1, затем определяется среднее арифметическое по группе.

Интегральное значение трудового потенциала рассчитывается как среднее геометрическое из двух групповых.

**\* Медико-демографические критерии состояния здоровья населения, применяемые при оценке экологического состояния территории**

№№ п/п	Показатели	Параметры	
		Зона экологического кризиса	Зона экологического бедствия
1	Увеличение детской смертности	От 1,3 до 1,5 раз	В 1,5 раза и более
2	Изменение заболеваемости детей и взрослых	От 1,5 до 2 раз	В 2 раза и более

**\* Методика «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия»**

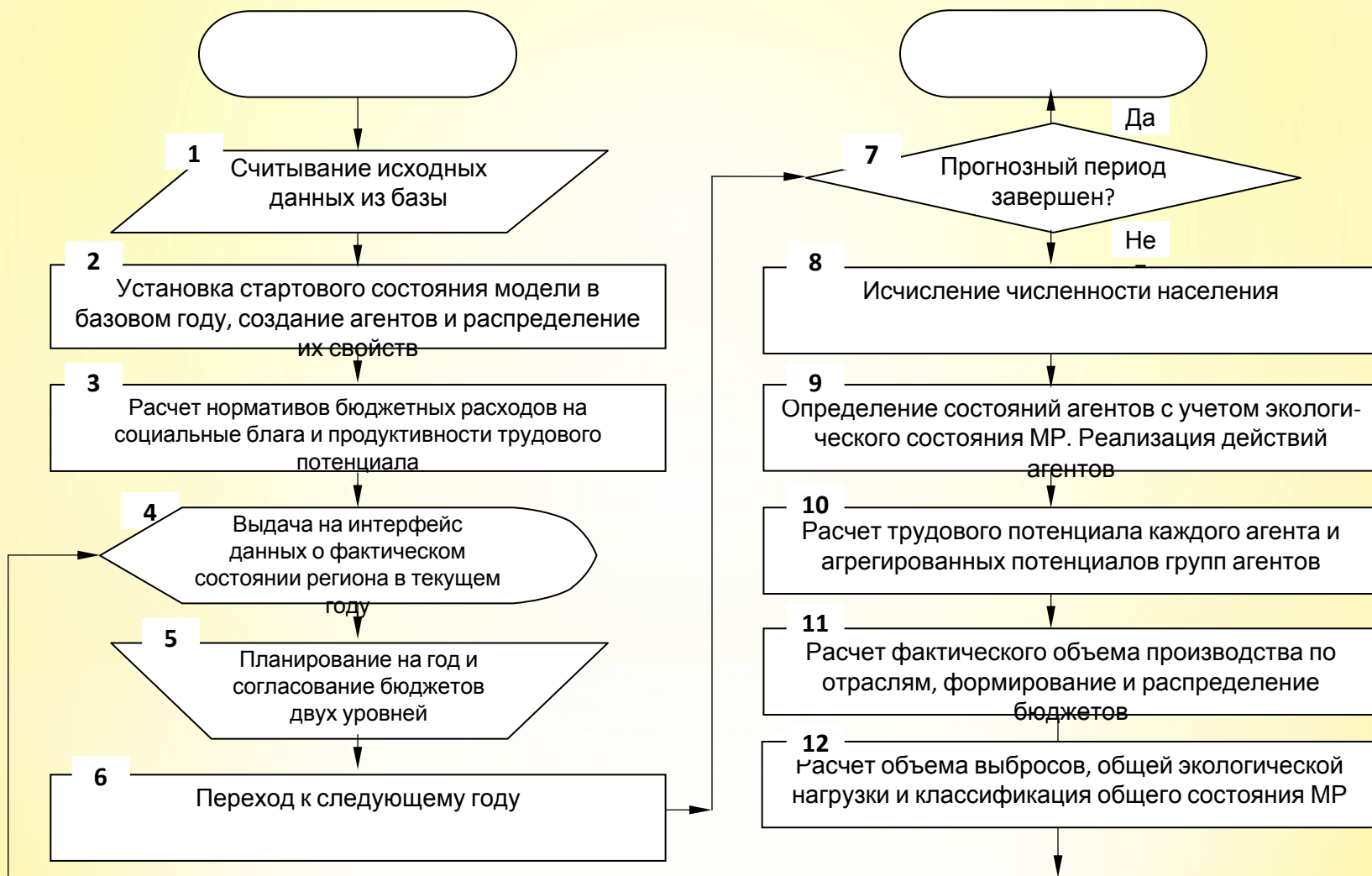
# \* Процедуры для имитации воздействия экологии на здоровье

27

- Вариация соотношения уровней здоровья при рождении агента в зависимости от степени экологического неблагополучия района-места жительства;
- Вариация вероятности умереть в зависимости от уровня здоровья агента;
- Вариация душевого норматива расходов на здравоохранение в зависимости от уровня здоровья агента;
- Вариация вероятности ухудшения здоровья агента в зависимости от его возраста, степени экологического неблагополучия района-места жительства и душевого норматива расходов на здравоохранение.

# \* Общая схема работы мультиагентной модели региона

28



# \* Главное рабочее окно модели

29

Voligda : Simulation - AnyLogic University [ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЯХ]

корневой:Region

## Вологодская область

### 2004 год

#### Расчет будущих доходов бюджета

Источники поступлений	Отчисления от оборота, %	В т.ч. в бюджет МР, %
Промышленность группы 'А'	6.36	20
Промышленность группы 'Б'	7.0	30
Сельское хозяйство	6.0	60
Инфраструктура	7.0	50
Фонд заработной платы	13.0	30
<b>Всего, млн. руб.</b>	<b>22,566</b>	<b>13,691</b>
Региональный фонд поддержки МР		1,445
Региональный фонд компенсации		2,242

#### Расчет расходов по нормативам

#### Расчет бюджета на предстоящий год

Статьи расхода	Норматив	Сумма, млн. руб.
Управление (% от бюджета)	9.96	2,247
Здравоохранение (на 1 жителя)	3.0	3,738
Образование (на 1 учащегося)	14.0	4,542
Наука (% от бюджета)	4.88	1,101
Промышленность группы 'А'		0.0
Промышленность группы 'Б'		1302.7
Сельское хозяйство		725.4
Инфраструктура		8909.3
<b>Баланс, млн. руб.</b>		<b>0</b>

**Принять бюджет**

#### Группировка районов:

- Удельные бюджетные доходы
- Самообеспеченность бюджета
- Доля довольных
- Демографическая нагрузка

менее 30 %	от 30 до 60	от 60 до 90	свыше 90
------------	-------------	-------------	----------

#### Естественное движение населения

**Численность, тыс. чел.** 1,246

**Рождаемость** 10.7    **Смертность** 19.1

**Индекс рождаемости**    **Индекс смертности**

Уд.трудовой потенциал: 0,404  
 Средняя зарплата: 6993,2  
 Доля довольных: 57,2%

Прогон: 0 Пауза    Время: 0.00    Шаг: 0 [8,463]    Прогон: 0%    Память: 1.3951 из 3.640М    0.0 сек

Voligda : Simulation - AnyLogic Advanced

Муниципальный район г. Череповец

2006 год

### Структура доходов бюджета МО

- Северсталь: 1,711.8 (40.1%)
- Промышленность: 512.3 (12.0%)
- Сельское хозяйство: 0 (0.0%)
- Инфраструктура: 794.3 (18.6%)
- НДФЛ: 674.1 (15.8%)
- Дотации: 571.8 (13.4%)

**Численность населения, тыс.чел. 303.1**

### Динамика возрастной структуры

### Динамика настроений работающих

**Бюджетная обеспеченность, тыс.руб./чел. 14.1**  
**Прожиточный минимум, руб./чел. в месяц 2,376**

### Расчет будущих доходов бюджета

Источники поступлений	Объем пр-ва, млн.руб.	Отчисления в бюджет
Промышленность группы 'А'	134577.0	1,711.8
Промышленность группы 'Б'	24395.0	512.3
Сельское хозяйство	0.0	0
Инфраструктура	22694.0	794.3
Фонд заработной платы	17284.0	674.1
<b>Итого собственных доходов, млн. руб.</b>		<b>3,692.5</b>

### Расчет бюджета на предстоящий год

Субвенции в региональные фонды	-0
Дотации из региональных фондов	571.8
<b>Всего доходов, млн. руб.</b>	<b>4,264.3</b>

Статьи расхода	Сумма, млн. руб.
Гос. управление	642.0
Здравоохранение	910.0
Образование	1111.0
Наука	472.0
Инфраструктура	303.0
<b>Баланс, млн. руб.</b>	<b>1,940</b>

**Принять бюджет**

### Организации

Виды деятельности	Численность агентов, чел.	Средняя зарплата, руб.	Организационная культура		Доля недовольных, %
			Стабильность	Творчество	
Гос. управление	24	6561.0	1	0	29.2
Здравоохранение	42	4386.0	1	0	28.6
Образование	72	3692.0	1	1	33.3
Наука	36	5045.0	1	1	22.2
Промышленность группы 'А'	258	11,898	1	0	32.9
Промышленность группы 'Б'	248	6,302	0	0	33.5
Сельское хозяйство	0	0	1	0	0
Инфраструктура	343	9,388	0	1	33.8
<b>Итого по МО</b>	<b>1,023</b>	<b>8,448</b>	<b>Доля довольных:</b>		<b>67,3% 32,7</b>

**Вологодская область**

Прогон: 0 Пауза | Время: 2.00 | Прогон: 10% | Память: 1,316М из 1,389М | 438.8 сек

**Конструкция модели позволяет имитировать не только влияние деятельности людей на экономику и экологию региона, но и обратное влияние условий существования людей на их здоровье, работоспособность и поведение**

- ❑ Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. Социальное моделирование - новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели). - М.: Экономика, 2013. - 295 с. 8.
- ❑ Методика «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», утвержденная Минприроды России 30.11.1992.
- ❑ Сушко Е.Д. Мультиагентная модель региона: концепция, конструкция и реализация / Препринт # WP/2012/292. - М.: ЦЭМИ РАН, 2012.
- ❑ Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. М.: Эдиториал УРСС, 2002.
- ❑ Bousquet F., Trébuil G., and Hardy B. (Eds.) (2005) Companion Modeling and Multi-Agent Systems for Integrated Natural Resource Management in Asia. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute.



**\*Спасибо за внимание!**

**Наш сайт: [www.artsoc.ru](http://www.artsoc.ru)**

**E-mail: [sushko\\_e@mail.ru](mailto:sushko_e@mail.ru)**