

## Проект D: Агентная модель распространения инфекции (SIR)

### Описание проблемы

Рассматривается процесс распространения инфекционного заболевания (эпидемия) среди населения некоторого региона. Предполагается, что изначально население восприимчиво к заболеванию. Эпидемия распространяется, поскольку заражённые люди контактируют и передают заболевание восприимчивым. Через определённое время после заражения человек выздоравливает и вырабатывает иммунитет к заболеванию. Имитационная модель процесса эпидемии разрабатывается с целью получить ответы на ряд вопросов: как процесс развивается во времени? Как изменяется численность заболевших и выздоровевших? Как выглядит фронт распространения эпидемии, какова его скорость?

Для формализации процесса население региона условно разделяется на три категории в соответствии с их состоянием: Susceptible - восприимчивые к заболеванию, Infection - зараженные и Recovered - выздоровевшие. По мере того, как люди заражаются, они перемещаются из категории Susceptible в категорию Infectious, и затем, по мере выздоровления - в категорию Recovered.

Переход из первого состояния (восприимчивый к заболеванию) во второе (зараженный) происходит в результате взаимодействия людей между собой. Переход из второго состояния (зараженный) в третье (выздоровевший) и из третьего (выздоровевший) в первое (выздоровевший) происходит по таймауту. Люди общаются друг с другом с определённой известной интенсивностью. Если заражённый человек контактирует с восприимчивым к заболеванию, то последний заражается с заданной вероятностью.

Для визуализационных целей в данной модели используется непрерывный тип пространства. Люди контактируют только с теми, кто находятся в окрестности определённого радиуса.

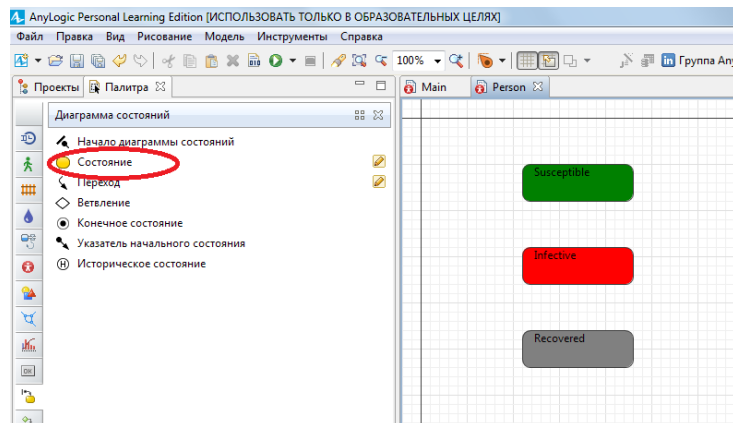
### Задание D.1. Моделирование процесса распространения эпидемии

**Цель:** Освоение технологии стейтчартов, построение переходов, задание топологии пространства.

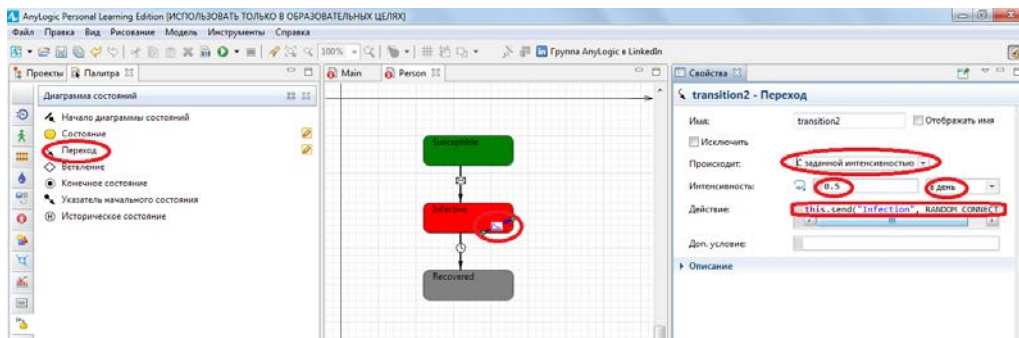
1. Провести **диалог «Новая модель»**. Определиться с названием и местоположением. Выбрать единицу модельного времени.
2. **Создание типа агента**. На вкладке «Проекты» следует выбрать текущую модель и щёлкнуть по ней правой кнопкой мыши → **Создать** → «Тип

агента». Далее следует выбрать «Создать новый тип агента» и назвать его «Person». **Готово.**

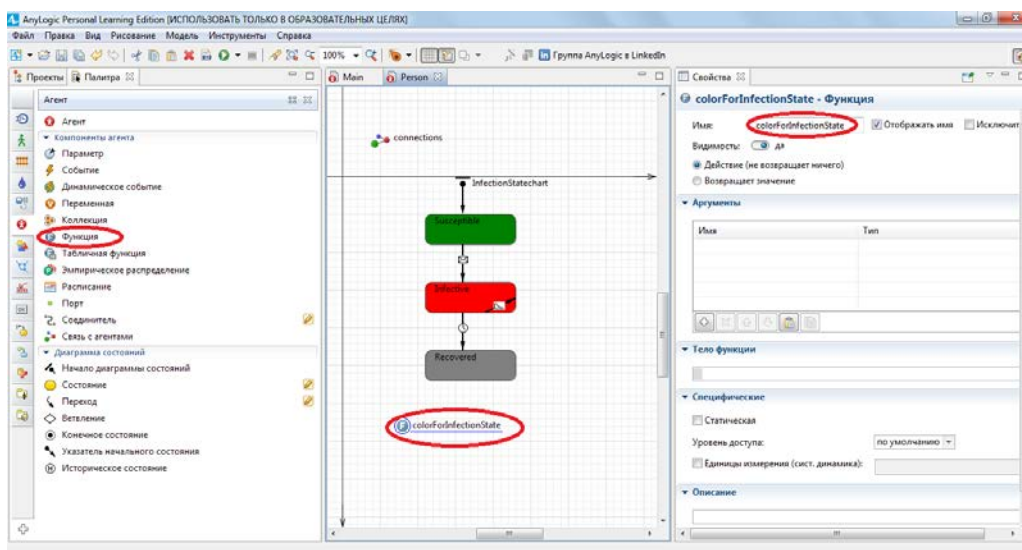
3. Разместите на холсте main четыре параметра, назовите их: total, c, p, r
4. **Построение состояний.** Перетащите три элемента **Состояние** из палитры «Диаграмма состояний» на холст созданного типа «Person». Назовите состояния: Susceptible, Infective, Recovered и для каждого состояния укажите свой цвет. .



5. Установите элемент «Начало диаграммы состояний» над состоянием Susceptible и назовите «InfectionStatechart».
6. **Построение переходов.** Следует выбрать на палитре «Диаграмма состояний» инструмент «Переход» и построить переход от первого состояния ко второму. В поле «Свойства» перехода надо выбрать пункт «Происходит» и установить «При получении данного сообщения». В поле **Сообщение:** установите "Inf". В поле Доп.условие напишите: randomTrue(main.p)
7. Далее постройте переход от 2 состояния к 3. В поле «Свойства» перехода в пункте «Происходит» и установите «По таймауту» и введите значение 14 дней.
8. Используем специальный тип перехода для моделирования распространения инфекции, называемый *внутренним переходом*. Внутренний переход разместите внутри второго состояния, причём так, чтобы начальная и конечная точки этого перехода лежали на границе этого состояния. В поле «Свойства» в пункте «Происходит» установите «С заданной интенсивностью» и укажите значение main.c в день. В поле **Действие** напишите: «sendToAllConnected("Inf");» // передает инфекцию всем соседним агентам



9. **Создание функции изменения цвета при переходах.** Перенесите элемент «Функция» из палитры «Агент» на холст Person.



Назовите: «colorForInfectionState». В **Свойствах** в пункте «**Возвращает значение**» выбираем «**Тип**», далее: **Другой** и укажите **Color**. В поле тело функции напишите следующий код:

```
switch(InfectionStatechart.getActiveSimpleState())
{
case Susceptible:
return GREEN;
case Infective:
return RED;
default:
return GRAY;
}
// меняет цвет агента в зависимости от состояния
```

В дальнейшем будем использовать эту функцию при демонстрации эксперимента.

10. Из библиотеки «**Презентация**» перетащите на холст агента Pearson элемент **Овал** и поместите в начало координат. На вкладке «**Свойства**» укажите **Окружность** радиуса 3. В секции **Цвет заливки** следует вы-

брать **Динамическое значение** и ввести название построенной выше функции `colorForInfectionState`. Теперь агент будет менять свой цвет в зависимости от состояния в котором находится.

11. **Создание популяции.** Популяция создаётся на холсте «Main». Перетащите на этот холст объект `Pearson` из иерархии текущего проекта. В окне **Свойства** укажите, что это будет *популяция агентов* и назовите её, например, **People**. Начальное количество агентов равно **total**.
12. **Топология пространства.** Объект «Main» является средой, в которой размещена популяция `People`. Следует установить параметры объекта «Main» в окне **Свойства**. В секции «**Пространство и сеть**» поставьте флажок напротив имени выбранной популяции. **Тип пространства** следует выбрать *Непрерывное*. **Размерность пространства** пусть будет 600 на 400. **Тип расположения:** *Случайный*; **Тип сети:** *Согласно расстоянию*; **Радиус соединения** = *r*. Последний параметр определяет размер окрестности, в которой происходит взаимодействие агентов.
13. **Первоначальный посев инфекции** можно обеспечить, если в **Свойствах** объекта «Main» в разделе «**Действия агента**», в строке «При запуске» написать код: `<this.deliverToRandomAgentInside("Inf0");>` // случайным образом происходит первоначальный посев инфекции.
14. Построенная модель имитирует процесс, когда люди не могут повторно заболеть, т.е. у них выработался постоянный иммунитет. Если же требуется промоделировать процесс, когда люди начинают заново болеть после того, как выздоровели, необходимо добавить ещё один переход. Для этого следует сделать следующее: на холсте «Person», установить переход от третьего состояния «Recovered» к первому состоянию «Susceptible», значение «**Происходит**» указать «По таймауту» со значением в 600 дней.
15. Создадим функции сбора статистики для подсчёта людей, восприимчивых к заболеванию. Перейдите в окно **Свойства** объекта *People*. Перейдите на вкладку **Статистика** панели свойств объекта. Выбираете кнопку **Добавить**. Задайте имя функции – *Susceptible*. **Тип функции** – кол-во. Задайте **Условие:** `item.infectionStatechart.isStateActive(item.Susceptible)`. Здесь *item* – это агент (элемент реплицированного объекта *people*).
16. Аналогично создайте ещё две функции: *Infective* и *Recovered*
17. **Добавление графика.** Из палитры **Статистика** добавьте элемент **временной график** на холст **main**, постройте три временных графика функций *Susceptible*, *Infective* и *Recovered*.
18. Запустите модель. На графике просмотрите динамику моделируемого процесса