**Как работает модель?**

Модель симулирует распространение вируса среди популяции людей. Люди перемещаются случайным образом по миру и могут находиться в одном из трех состояний: здоровые и восприимчивые к инфекции (зеленые), больные и заразные (красные), здоровые и иммунные (белые). Также учитываются различные параметры, влияющие на динамику заболевания: продолжительность болезни, вероятность выздоровления, вероятность заражения, продолжительность иммунитета и шанс на воспроизводство.



**Описание построенной модели.**

Модель состоит из следующих основных компонентов:

- Вид: один вид people (люди).

- Глобальные переменные:

- procentOfInfested: процент инфицированных людей.

- procentOfImmunitated: процент иммунных людей.

- procentOfHealthy: процент здоровых людей.

- worldCapacity: максимальная вместимость (300 человек).

- Переменные, характерные для людей:

- age: возраст.

- isSick: показатель заболевания.

- remainingImmunityTime: оставшееся время иммунитета.

- sickTime: время болезни.

**Основные процессы модели.**

1. Инициализация:

- setup: инициализирует модель, создавая начальную популяцию и устанавливая начальные условия. Численность населения задается переменной numberOfPeople, 10 из которых становятся инфицированными.  
- setupPeople: создание начальной популяции с заданными свойствами.

- getHealthy: перевод человека в состояние здорового.

- getSick: перевод человека в состояние больного. *(по-умолчанию человек заражается в клетке радиуса 1)*

- getImmune: перевод человека в состояние иммунного.

2. Основной цикл (go):

- Каждый человек выполняет действия: live, move в зависимости от их состояния.

- Если человек болен и sickTime превышает продолжительность болезни (durationOfIllness), он либо выздоравливает (getImmune), либо умирает (удаляется из мира).

- Если человек здоров, он может инфицироваться при взаимодействии с больными (infect), или воспроизвести потомство (reproduce).

**Анализ модели.**

Эксперимент №1

1. Высокая заразность: Параметры "contagiousness" 60 привели к существенным колебаниям в процентах инфицированных и здоровых. Высокая заразность означает быструю передачу инфекции, объясняющую значительные всплески инфицированных.

2. Шанс на выздоровление "chanceToRecover" (58) и длительность болезни "durationOfIllness" (25): Средний шанс на выздоровление и длительный период болезни приводят к тому, что процент инфицированных остается довольно высоким в различные периоды.

3. Низкий процент иммунных: Низкое значение иммунных может быть результатом короткого иммунитета "immunityTime" 5, что не позволяет людям на долгое время оставаться невосприимчивыми к болезни.

4. Процент здоровых: Процент здоровых людей имеет тенденцию к увеличению в долгосрочной перспективе, показывая способность популяции к адаптации и восстановлению после эпидемий.

Наблюдаемое поведение:

Симметричное поведение на графике можно объяснить комбинацией нескольких факторов:

- Высокая заразность (60) приводит к быстрым вспышкам инфекции.

- Высокий шанс на выздоровление (58) позволяет большинству инфицированных относительно быстро выздоравливать.

- Небольшое время иммунитета (5) ведет к быстрому снижению процента иммунных, что создает возможность для новых вспышек инфекции.

Эти параметры создают цикличное поведение, где после каждого всплеска инфекции следует всплеск иммунных и здоровых, что ведет к очередной вспышке инфекции по мере снижения уровня иммунитета. Таким образом, комбинация данных параметров способствует этим периодическим колебаниям и симметрии на графике.

Эксперимент №2

1. Заразность:

- Параметр заразности составляет 60. Данный процент достаточно высок и предполагает, что инфекция имеет хорошие шансы распространяться среди населения.

2. Шанс на выздоровление:

- Снижен почти вдвое (30) по сравнению с предыдущим экспериментом (было 58). Это означает, что меньше людей смогут выздоравливать быстро, что при обычных условиях могло бы привести к большей доле инфицированных.

3. Процент иммунных:

- Диаграмма показывает, что процент иммунных людей в течение времени убывает. Поначалу он несколько раз увеличивается в ответ на вспышки заражения, но затем уровень начинает уменьшаться к нулю.

4. Процент здоровых:

- Данная величина показывает значительный рост после определенного времени и стабилизируется на максимальном уровне (100%). Это крайне необычно, особенно учитывая снижение шанса на выздоровление.

Неожиданная положительная тенденция в росте процента здоровых людей может быть вызвана более продолжительным иммунитетом (10) и долгими вспышками, которые позволяют большему количеству людей стать иммунными на более длительное время. Затем, по мере истечения инфекций и увеличения числа иммунных людей, инфекция пропадает, и вся популяция остается здоровой.

Эксперимент №3

1. Заразность:

- Параметр заразности установлен на 90, что означает очень высокий уровень заразности. Это отражается на графике как доминирующая линия зараженных людей. Видно, что процент зараженных постоянно высокий, что подтверждает, что при таком уровне заразности болезнь быстро распространяется среди популяции.

2. Шанс на выздоровление и длительность болезни:

- Шанс на выздоровление (60) достаточно высок, но при этом длительность болезни увеличена до 50. Это означает, что люди остаются больными довольно долго (по сравнению с предыдущими экспериментами), прежде чем выздоравливают. Это может объяснить колебания в процентах зараженных, так как люди заражаются быстро, но процесс выздоровления может занять некоторое время.

3. Процент иммунных:

- Параметр иммунитета установлен на 1. Это приводит к тому, что процент иммунных людей практически на нуле большую часть времени. После короткого периода иммунитета люди снова становятся уязвимыми к заражению.

4. Процент здоровых:

- Желтая линия, показывающая процент здоровых людей, колеблется, но часто находится на низком уровне. При нынешних параметрах, здоровые люди быстро заражаются из-за высокой заразности и короткого времени иммунитета. Это приводит к низкому проценту здоровых людей в популяции.

Наблюдаемое поведение:

- Диаграмма показывает, что при данных параметрах модель демонстрирует высокую скорость заражения из-за повышенного уровня заразности и короткого времени иммунитета.

- В то же время, длительность болезни и довольно высокий шанс на выздоровление создают динамику, при которой процент зараженных колеблется, но в основном остается высоким.

**Заключение.**

Анализ работы модели распространения вируса показал, что на динамику инфекции критически влияют параметры заразности, шанса на выздоровление и продолжительности иммунитета. Высокая заразность приводит к быстрым вспышкам инфекции, особенно если уровень иммунитета в популяции низок. Шанс на выздоровление влияет на скорость, с которой население может восстановиться после эпидемии. Длительность болезни и продолжительность иммунитета создают условия для либо повторных вспышек, либо для стабилизации уровня здоровых людей. В целом, это подчеркивает важность баланса между этими параметрами для контроля распространения вируса и поддержания здоровья в популяции. Эти результаты демонстрируют корректность и правдоподобность нашей модели NetLogo, так как она отражает реальные динамики и закономерности эпидемических процессов.