Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский

Томский политехнический Университет»



Инженерная школа ядерных технологий

Направление 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

**ОТЧЕТ**

по лабораторной работе

Моделирование распространения инфекционных заболеваний

по дисциплине:

**История и методология прикладной математики и информатики**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Исполнитель:** |  | Е. В. Петрович | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| студент группы 0ВМ92 |  | Дата сдачи: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| **Руководитель:** |  | Ю. Б. Буркатовская | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| доцент, |  | Дата проверки: | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| кандидат физико-математических наук |  |  |  |
|  |  |  |  |

Томск – 2020

Оглавление

[**Цель работы** 3](#_Toc49642504)

[**Теоретическая часть** 3](#_Toc49642505)

[**Литература** 5](#_Toc49642506)

[**Приложение 1** 6](#_Toc49642507)

[Ссылка на проект 6](#_Toc49642508)

**Задание**

• Выбрать инфекционное заболевание и найти информацию о ходе его протекания (наличие инкубационного периода, приобретаемого иммунитета, характерные длительности стадий заболевания).

• Подобрать статистику по данному заболеванию.

• Подобрать детерминированную модель, подходящую под выбранное заболевание.

• Сформулировать модель применительно к заболеванию и построить оценки её параметров.

• Реализовать численный алгоритм для нахождения оценок параметров для найденной статистики.

**Цель работы**

Изучить методы моделирования распространения инфекционных заболеваний.

**Теоретическая часть**

Распространение инфекционных заболеваний (эпидемии) представляет собой сложный процесс переноса патогенного микроорганизма в популяции. Математическое моделирование этого процесса имеет своей целью прогнозирование скорости распространения, охвата и длительности заболевания в популяции и оценку эффективности мер противодействия заболеванию. Простейшая модель распространения эпидемии под названием SIR была предложена в 1927 году Андерсоном МакКендриком и Вильямом Кермаком. В соответствии с моделью МакКендрика-Кермака, вся популяция делится на три группы:

* S – Susceptible – восприимчивые, то есть неинфицированные и не имеющие иммунитета индивиды,
* I – Infectious – инфицированные, являющиеся переносчиками патогенного организма индивиды,
* R – Removed (Recovered) – невосприимчивые, то есть индивиды, перенесшие заболевание и приобретшие иммунитет или умершие.

Модель описывает процесс последовательного перехода индивидов из одной группы в другую в течение времени (Рис. 1). При этом общая численность популяции считается фиксированной, включая умерших от заболевания.

S

##### I

##### R

Рис. Модель распространения эпидемий SIR

Для описания модели вводятся следующие параметры:

* - среднее количество оригинальных контактов за единицу времени одного индивида популяции с другими индивидами помноженное на вероятность передачи инфекции от инфицированного индивида к восприимчивым,
* – доля инфицированных индивидов, перешедших в группу невосприимчивых за единицу времени равное , где – среднее время, в течение которого заразившийся индивид не приобрел иммунитет и является распространителем заболевания.

Весь процесс эпидемии описывается системой дифференциальных уравнений:

Так как модель SIR предполагает размер популяции неизменным, то в любой момент времени справедливо:

и, следовательно:

Для решения системы дифференциальных уравнений кроме значений параметров , требуется указание начальных условий, а именно значения функций в начальный момент времени .

В дальнейшем модель SIR была модифицирована для различных заболеваний, имеющие свои особые свойства, такие как, например, невозможность приобретения иммунитета, угасание приобретенного иммунитета со временем, наличие временного врожденного иммунитета у новорожденных, наличие латентных форм заболеваний, зависимость вероятности заболевания от возраста и т.д. Для таких эпидемий в модели были добавлены новые соответствующие группы и параметры. Соответственно увеличилось количество уравнений в системе.

Модель SIR хорошо применима к заболеваниям, для которых в организме после выздоровления вырабатывается стойкий иммунитет, а также не существует вакцины, так что отсутствует группа невосприимчивых по причине вакцинации. Заболевание COVID-19 отвечает необходимым требованиям модели SIR.

#### Заключение

**Литература**

**Приложение 1**

Ссылка на проект

<https://github.com/petrovicheugene/MethodologyOfAppliedMathematics.git>