Слайд 1 – Титульный

Здравствуйте, уважаемая аттестационная комиссия. Меня зовут Волкова Эмилия Юрьевна, я студентка группы ВМО41 и тема моей выпускной квалификационной работы: «Программная реализация математического моделирования развития эпидемиологической ситуации».

Слайд 2 – Актуальность темы

Математическое моделирование эпидемий стало особенно актуальным после пандемии COVID-19, начавшейся в 2020 году.

В 2025 году Россия снова столкнулась с вероятностью новой вспышки инфекционного заболевания – кори – последняя вспышка, которой произошла в 1994 году и является опасным заболеванием со 90% заразностью.

Математические модели позволяют не только оценить развитие эпидемии, но и спрогнозировать эффект от тех или иных мер: карантина, вакцинации, изоляции и так далее.

Слайд 3 – Цель и задачи

Цель работы — изучить существующие математические модели и на их основе разработать программное средство для прогнозирования и анализа эпидемий. Для достижения этой цели были поставлены задачи:

1. Проанализировать предметную область и математические подходы;
2. Реализовать программное средство;
3. Обеспечить вывод графических и числовых результатов;
4. Протестировать программу на реальных данных;
5. Проанализировать эффективность моделей и их применимость.

Слайд 4 – Требования к функциональности

Программное средство должно:

* Поддерживать выбор различных моделей
* Позволять вводить параметры модели, а также загружать реальные данные из файлов формата CSV;
* Включать справочную информацию по каждой модели;
* Предоставлять выбор численного метода решения;
* Отображать результаты в графическом виде и экспортировать их в Excel.  
  Все эти функции были учтены при проектировании.

Слайд 5 – Существующие аналоги

На рынке существуют как научные, так и прикладные инструменты моделирования: это и специализированные программы и библиотеки Python. Однако многие из них либо сложны в использовании, либо являются закрытыми разработками, к которым имеют доступ только госорганы.

В своей разработке я постаралась учесть простоту интерфейса, универсальность и возможность работы с реальными данными.

Слайд 6 – Модель SIR

Модель SIR — одна из базовых моделей эпидемиологии. Она делит население на три группы:

* S — восприимчивые;
* I — инфицированные;
* R — выздоровевшие.

Скорость заражения задаётся коэффициентом β, а выздоровления — γ.  
Модель позволяет оценивать, когда будет пик заболеваемости и сколько людей в итоге переболеют.

Слайд 7 – Модель SI

В модели SI выздоровление не учитывается — инфицированный остаётся в этом состоянии навсегда. Это приближенная модель, применимая, например, к инфекциям с пожизненным носительством.  
Она состоит всего из двух переменных — S и I, и характеризуется только коэффициентом β.

Слайд 8 – Модель SIRS

Модификация SIR-модели — SIRS — учитывает возврат к восприимчивому состоянию. То есть человек может переболеть, выздороветь, но позже снова стать восприимчивым к болезни. Это реалистично для таких инфекций, как грипп, где иммунитет недолговечен.

Слайд 9 – Модель SIQR

SIQR-модель вводит важный элемент — карантин.

В популяции появляются 4 группы:

* восприимчивые (S),
* инфицированные (I),
* изолированные (Q),
* выздоровевшие (R).

Параметры δ и μ отвечают за скорость помещения на карантин и выздоровление из карантина. Модель актуальна для современных пандемий с изоляционными мерами.

Слайд 10 – SEIR-модель

SEIR-модель учитывает скрытую, латентную фазу болезни — E (Exposed). То есть человек заражён, но пока не заразен. Это важно для инфекций с инкубационным периодом, таких как COVID-19.

Слайд 11 – MSEIR-модель

Это ещё более детализированная модель:

* M — новорождённые с временным иммунитетом от матери;
* S — восприимчивые;
* E — скрытая фаза;
* I — заразные;
* R — выздоровевшие.

Она также учитывает естественную смертность и рождаемость, что делает её подходящей для долгосрочного прогноза в демографических моделях.

Слайд 12 – M-модель (Multi-stage)

Multi-stage модель позволяет добавлять произвольное количество стадий между заражением и выздоровлением. Это удобно для описания сложных процессов, например, при многоступенчатой вакцинации или при многофазном лечении. Модель универсальна и масштабируема.

Слайд 13 – Алгоритм работы программы

На схеме показана последовательность работы программного средства:  
от выбора модели и ввода параметров — до расчёта и вывода результатов.  
Каждый этап реализован в виде отдельного логического блока, что делает программу модульной и удобной в расширении.

Слайд 14 – Алгоритм загрузки CSV

В программе реализован алгоритм загрузки данных из файла формата CSV. Пользователь может заранее подготовить файл с численными показателями, и программа автоматически подгрузит их в интерфейс, что упрощает работу с реальными статистическими данными.

Слайд 15 – Алгоритм экспорта в Excel

Также реализована возможность сохранения результатов — как графиков, так и таблиц — в файл Excel. Это удобно для дальнейшего анализа, использования в отчётах или передаче специалистам в сфере здравоохранения.

Слайд 16 – Инструменты разработки

В качестве языка программирования выбран Python.  
Использовались такие библиотеки, как:

* NumPy — для численных расчётов;
* Matplotlib — для построения графиков;
* Pandas — для работы с таблицами;
* Tkinter — для построения графического интерфейса.

Выбор этих инструментов обусловлен их популярностью и широкими возможностями.

Слайд 17 – UML-диаграмма классов

На этом слайде представлена UML-диаграмма, демонстрирующая архитектуру приложения. Объектно-ориентированный подход обеспечивает масштабируемость, повторное использование кода и упрощает добавление новых моделей.

Слайд 18 – Главное окно

На этом слайде показан основной интерфейс. Он интуитивно понятен: пользователь выбирает модель, вводит параметры, запускает моделирование и видит график.

Слайд 19 – Загрузка из CSV

Пример загрузки данных из CSV-файла. Пользователь может выбрать файл, и программа подставит данные в форму автоматически.

Слайд 20 – Экспорт в Excel

Здесь показан экспорт результатов моделирования в Excel.  
Формируется таблица с числовыми значениями и графиком, которые удобно использовать в отчётности или научных работах.

Слайд 21 – Заключение

В ходе выполнения работы:

* Изучены и реализованы основные математические модели;
* Разработано и протестировано программное средство;
* Обеспечена визуализация и экспорт результатов;

Созданная система может быть использована как в научной, так и в образовательной и прикладной сферах. Работа была представлена на конференции «Актуальные проблемы науки и техники – 2025».

Слайд 22 – Спасибо за внимание

Спасибо за внимание! Буду рада ответить на ваши вопросы.

**ВОЗМОЖНЫЕ ВОПРОСЫ**

**Вопрос: Почему вы выбрали именно эти модели (SIR, SEIR и т.д.)?**

**Ответ:** Эти модели являются классическими в эпидемиологии и охватывают разные сценарии распространения инфекции.  
Например:

* **SIR** — простая и широко применимая;
* **SEIR** — добавляет латентную фазу, важную для инфекций с инкубацией;
* **SIQR** — учитывает карантин, актуальный при пандемиях;
* **MSEIR** — позволяет учитывать демографические факторы;
* **Multi-stage** — универсальна и масштабируема.

Таким образом, они дают широкий спектр возможностей для моделирования разных заболеваний.

**Вопрос: Какие численные методы использовались для решения уравнений?**

**Ответ:** Для решения дифференциальных уравнений я реализовала метод **Эйлера**, как основной, и **метод Рунге-Кутты 4-го порядка** — для большей точности. Пользователь может выбрать нужный метод в интерфейсе.  
Это даёт гибкость и позволяет сравнивать точность расчетов.

**Вопрос: Как вы проверяли корректность своей программы?**

**Ответ:** Я проводила **тестирование на известных моделях** с параметрами, описанными в литературе. Также проверяла соответствие численных решений графикам, опубликованным в научных статьях. В тестах использовались реальные данные, например, по COVID-19, для оценки адекватности поведения моделей.

**Вопрос: Где может применяться ваша программа на практике?**

**Ответ:** Программа может применяться:

* В **научных исследованиях** по распространению инфекций;
* В **органах здравоохранения** для быстрой оценки сценариев;
* В **учебном процессе** — при изучении математического моделирования и эпидемиологии.

Она проста в использовании и подходит для прикладных задач.

**Вопрос: Чем ваша программа отличается от существующих решений?**

**Ответ:** Моя программа:

* Объединяет сразу **несколько моделей**;
* Поддерживает **загрузку данных и экспорт результатов**;
* Имеет **интуитивно понятный интерфейс**;
* Реализована на **открытом ПО (Python)**, без зависимости от платных лицензий.

Также архитектура программы позволяет легко расширять её новыми моделями.

**Вопрос: Как можно доработать проект в будущем?**

**Ответ:** Направления развития:

* Добавить **стохастические модели** и модели с пространственным распространением;
* Внедрить визуализацию на **географических картах**;
* Реализовать **веб-версию** с сохранением истории моделирования;

**Вопрос: Почему вы выбрали именно Python?**

**Ответ:** Python — это язык с обширной экосистемой библиотек:

* **NumPy**, **SciPy** — для вычислений;
* **Matplotlib**, **Seaborn** — для графиков;
* **Pandas** — для работы с таблицами;
* **Tkinter** — для графического интерфейса.

Кроме того, Python легко масштабировать, а код читаемый и удобен для командной разработки и научной публикации.