**Характеристика графиков**

**1. Анализ чувствительности параметров β*β* и γ*γ***

* **Описание**: График демонстрирует влияние изменения коэффициента заражения (β*β*) и коэффициента выздоровления (γ*γ*) на динамику числа инфицированных в модели SIR.
* **Характеристика**:
  + **Ось X (Время, дни)**: Показывает временной интервал распространения эпидемии.
  + **Ось Y (Число инфицированных)**: Отражает количество людей, находящихся в группе инфицированных (I*I*) в каждый момент времени.
  + **β*β* (цвет линий)**:
    - Красный (β=0.15*β*=0.15): Низкий коэффициент заражения, эпидемия развивается медленно, пик ниже и наступает позже.
    - Зеленый (β=0.2*β*=0.2): Умеренный коэффициент заражения, эпидемия распространяется быстрее, пик выше.
    - Голубой (β=0.25*β*=0.25): Более высокий коэффициент заражения, пик становится еще выше и наступает раньше.
    - Синий (β=0.3*β*=0.3): Высокий коэффициент заражения, пик достигает максимума быстрее.
    - Розовый (β=0.35*β*=0.35): Очень высокий коэффициент заражения, эпидемия развивается стремительно.
  + **γ*γ* (стиль линий)**:
    - Сплошная линия (γ=0.05*γ*=0.05): Медленный процесс выздоровления, пик заболеваемости выше и длится дольше.
    - Пунктирная линия (γ=0.1*γ*=0.1): Умеренная скорость выздоровления, пик ниже и спад быстрее.
    - Штрих-пунктирная линия (γ=0.15*γ*=0.15): Быстрое выздоровление, пик заболеваемости значительно ниже и наступает раньше.
* **Выводы**:
  + Высокое значение β*β* приводит к быстрому росту числа инфицированных и высокому пику заболеваемости.
  + Высокое значение γ*γ* снижает высоту пика заболеваемости и ускоряет спад эпидемии.

**2. Базовая SIR модель без вмешательства**

* **Описание**: График показывает динамику распространения эпидемии при отсутствии вмешательств, таких как карантин или вакцинация.
* **Характеристика**:
  + **Синяя линия (S — восприимчивые)**: Постепенно снижается, так как люди заражаются.
  + **Красная линия (I — инфицированные)**: Быстро возрастает до пика (~1,000,000), а затем снижается по мере выздоровления людей.
  + **Зеленая линия (R — выздоровевшие)**: Постепенно увеличивается, отражая накопление выздоровевших.
* **Вывод**: Без вмешательства эпидемия развивается быстро и достигает высокого пика инфицированных.

**3. SIR модель с началом вакцинации на 30-й день**

* **Описание**: График демонстрирует эффект массовой вакцинации, начатой на 30-й день эпидемии.
* **Характеристика**:
  + **Синяя линия (S — восприимчивые)**: Быстро уменьшается после начала вакцинации, так как часть населения становится невосприимчивой.
  + **Красная линия (I — инфицированные)**: Пик заболеваемости снижается (~300,000) и наступает раньше благодаря уменьшению числа восприимчивых.
  + **Зеленая линия (R — выздоровевшие)**: Увеличивается быстрее за счет вакцинации и выздоровления инфицированных.
* **Вывод**: Вакцинация значительно снижает пик заболеваемости и ускоряет завершение эпидемии.

**4. SIR модель с введением карантина на 30-й день**

* **Описание**: График показывает влияние введения карантина на динамику эпидемии.
* **Характеристика**:
  + **Синяя линия (S — восприимчивые)**: Уменьшается медленнее после введения карантина из-за снижения коэффициента заражения (β*β*).
  + **Красная линия (I — инфицированные)**: Пик заболеваемости ниже (~600,000) и наступает позже по сравнению с базовой моделью.
  + **Зеленая линия (R — выздоровевшие)**: Растет медленнее из-за меньшего числа инфицированных.
* **Вывод**: Карантин эффективно снижает пик заболеваемости и замедляет распространение инфекции.

**5. Комбинированная модель (карантин + вакцинация)**

* **Описание**: График демонстрирует эффект одновременного применения карантина и вакцинации.
* **Характеристика**:
  + **Синяя линия (S — восприимчивые)**: Уменьшается наиболее быстро благодаря комбинированным мерам.
  + **Красная линия (I — инфицированные)**: Пик заболеваемости самый низкий (~200,000) среди всех сценариев и наступает позже.
  + **Зеленая линия (R — выздоровевшие)**: Увеличивается быстрее благодаря снижению числа инфицированных и вакцинации.
* **Вывод**: Комбинация карантина и вакцинации дает наилучший результат в снижении заболеваемости и ускорении завершения эпидемии.

**6. Сравнение числа инфицированных для различных сценариев**

* **Описание**: График сравнивает динамику числа инфицированных для всех рассмотренных сценариев (базовая модель, карантин, вакцинация, комбинированный подход).
* **Характеристика**:
  + Базовая модель показывает самый высокий пик (~1,000,000).
  + Модель с карантином снижает пик (~600,000) и замедляет распространение инфекции.
  + Модель с вакцинацией показывает более быстрый спад инфицированных после пика (~300,000).
  + Комбинированная модель демонстрирует самый низкий пик (~200,000) и быстрое завершение эпидемии.
* **Вывод**: Наиболее эффективным является комбинированный подход.

**1. Активные случаи**

* **Описание**: Этот график сравнивает число активных случаев COVID-19 между реальными данными и прогнозом SIR модели.
* **Характеристика**:
  + Красная линия — прогноз модели SIR, показывающий динамику активных случаев.
  + Черные точки — реальные данные по активным случаям COVID-19 в Иркутской области.
  + Модель слегка переоценивает число активных случаев в начале эпидемии, но затем начинает соответствовать реальным данным.
* **Вывод**: Модель хорошо описывает общую тенденцию роста числа активных случаев, но требует калибровки для повышения точности на начальных этапах.

**2. Общее число случаев**

* **Описание**: Сравнение общего числа подтвержденных случаев COVID-19 между реальными данными и прогнозом SIR модели.
* **Характеристика**:
  + Красная линия — прогноз модели SIR, показывающий общее число случаев.
  + Черные точки — реальные данные по общему числу подтвержденных случаев COVID-19.
  + Модель слегка недооценивает число случаев на начальном этапе, но затем начинает соответствовать реальным данным.
* **Вывод**: Модель хорошо описывает динамику роста общего числа случаев, особенно на поздних этапах эпидемии.

**3. Выздоровевшие и умершие**

* **Описание**: Сравнение числа выздоровевших и умерших между реальными данными и прогнозом SIR модели.
* **Характеристика**:
  + Зеленая линия — прогноз модели SIR для выздоровевших и умерших.
  + Черные точки — реальные данные по выздоровевшим и умершим в Иркутской области.
  + Модель недооценивает число выздоровевших на ранних этапах, но затем начинает соответствовать реальным данным.
* **Вывод**: Модель корректно описывает динамику выздоровлений и смертей на поздних этапах эпидемии.

**4. Относительная ошибка модели**

* **Описание**: График показывает процентное отклонение прогноза модели от реальных данных по активным случаям.
* **Характеристика**:
  + Ошибка максимальна в начале эпидемии из-за недостатка данных для калибровки модели.
  + Ошибка уменьшается со временем, когда модель начинает лучше описывать динамику эпидемии.
  + На последних этапах ошибка снова возрастает из-за быстрого роста числа случаев в реальных данных.
* **Вывод**: Модель требует доработки для повышения точности на начальных этапах эпидемии.

**Общий вывод**

Графики показывают, что SIR модель хорошо описывает общую динамику эпидемии COVID-19 в Иркутской области. Однако модель нуждается в калибровке для повышения точности на начальных этапах. Наиболее точное описание достигается на поздних стадиях эпидемии, когда данные становятся более стабильными.