

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://stuservis.ru/kursovaya-rabota/398531>

**Тип работы:** Курсовая работа

**Предмет:** Экономико-математическое моделирование

### ВВЕДЕНИЕ 3

1. Принципы моделирования эпидемиологических процессов в рамках системного анализа 4
  - 1.1 Системная характеристика эпидемических процессов 5
  - 1.2. Задачи моделирования биологических систем 9
    - 1.2.1. Базовые понятия математического моделирования биосистем 10
    - 1.2.2. Основные закономерности поведения простейших биосистем (на примере взаимодействия иммунной системы человека с вирусом) 11
  - 1.3. Подходы к моделированию биологических систем 14
    - 1.3.1. Детерминированные процессы (динамические системы) 14
    - 1.3.2. Случайные процессы (случайные динамические системы) 15
2. Основные эпидемические модели 16
  - 2.1. SIR-модель 16
  - 2.2. Модель SEIR 20
  - 2.3. SEIRD -модель 22
3. Модели эпидемий, описываемые дифференциальными уравнениями 26
- Заключение 34
- Список использованной литературы 35

В течение всей истории человечества существовали эпидемии, наносившие огромный гуманитарный и экономический ущерб обществу. Однако риски, связанные с распространением инфекционных болезней, в современном обществе, несмотря на развитие медицины, возрастают. Это связано, во-первых, с ростом населения и, соответственно, плотности, что резко увеличивает частоту контактов инфицированных и неинфицированных. Вторым фактором является практически непрерывное появление новых инфекций. В декабре 2019 г. произошла вспышка пневмонии в Ухане, в результате которой был впервые обнаружен штамм COVID-19 при анализе нуклеиновой кислоты у пациента с пневмонией. К концу июня 2020 г. пандемия охватила 188 стран, в которых было выявлено более 10 миллионов случаев заражения, 505500 человек умерли. Российская Федерация по числу выявленных случаев находится на 3 месте в рейтинге стран после США и Бразилии с 484630 случаями заражения на 9 июня 2020 г. Несмотря на пройденный пик выявления заболевших в мире, уменьшения количества выявленных случаев не наблюдалось в течение достаточно длительного периода. Разработка сценариев развития заболевания является важным шагом для регулирования мер по сдерживанию эпидемии.

Следовательно, особенно актуальны исследования, позволяющие анализировать и прогнозировать возможные сценарии распространения эпидемий. В настоящей работе будут изучены системы дифференциальных уравнения, которые используются для решения важных биологических проблем в эпидемиологии, моделировании пандемических процессов и оценке их параметров.

Математическое моделирование эпидемиологических процессов позволяет не только прогнозировать динамику распространения эпидемии, но и оценить эффективность проведения тех или иных профилактических и противоэпидемических мероприятий.

### 1. Принципы моделирования эпидемиологических процессов в рамках системного анализа

Исследование и анализ многих явлений и процессов, как в природе, так и в обществе обнаруживает их общность и, как следствие, эффективность общих подходов к их изучению. Единая теория общих концепций суммирована в рамках общей теории систем. Ее ядром является изучение сложных явлений во взаимосвязи их элементов и подсистем друг с другом.

Сложные системы на этапе разработки, исследования и синтеза далеко не всегда позволяют проведение экспериментальных исследований вследствие ограниченности ресурсов: ограниченного времени,

энергетических и стоимостных затрат на его проведение, а также соображений безопасности. Но принципиальный недостаток физического моделирования представляет собой то, что эксперимент не дает полной информации о внутренних механизмах процессов и состоянии системы. В эксперименте исследователь наблюдает то, “что происходит”, но не знает или не всегда знает “почему”. Следовательно, основным методом исследования сложных систем является метод математического моделирования и последующего проведения экспериментов на разработанных моделях для проверки тех или иных гипотез или мероприятий.

При этом в изучении не только природных и физических систем, но и экономических, экологических и других возможно использование общих методов и структур. Это обуславливает развитие и широкое использование математических методов и создание классов моделей, позволяющих получить количественное описание изучаемых процессов. Совокупность методов изучения реальных систем с использованием математических моделей называется системным анализом.

Соотношение между моделью и реальной системой. Математическая модель является идеализацией системы и не полностью адекватна реальной системе. Она не является точным образом системы и не повторяет все ее свойства. Математическая модель создается для ответа на вполне определенные вопросы и должна в себе содержать описание процессов, определяющих динамику выходных переменных, которые интересуют исследователя. Не всегда это бывает известно заранее. Во время создания модели и работы с ней возможно выявить наиболее важные процессы и включить их в модель. Квалификация исследователя заключается в описании ключевых черт системы наиболее простой математической моделью.

При этом иногда ставят цель создать наиболее полную математическую модель системы, для того чтобы использовать ее многократно для ответа на различные вопросы. К таким примерам можно отнести имитационные модели.

#### 1.1 Системная характеристика эпидемических процессов

Эпидемиологическое моделирование можно отнести к более широкому классу биосистемных (экологических) моделей. Для того чтобы выделить изучаемую систему из взаимодействующих с ней систем с целью выявления и исследования доминантных факторов и свойств, присущих именно этой системе, следует определить ее границы. На эпидемический процесс воздействует природная и экологическая среда, в большинстве случаев являющаяся источником инфекции, социальные условия жизни общества, включающие уровень бытовых санитарных условий и традиций, экономическая уровень страны, позволяющий направить необходимые материальные средства для противодействия распространению эпидемии и, естественно, уровень развития медицины, создающей вакцины и иные средства и способы для вакцинации, лечения или карантина заболевших.

1. W.O. Kermack and A.G. McKendrick. A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics. Proceedings of the Royal Society of London, 115 (1927): 700-721
2. Андерсон Р., Мэй Р. Инфекционные болезни человека. Динамика и контроль. М.: Мир, 2004. 784 с.
3. Александров, А.Ю. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ / А.Ю. Александров, А.В. Платонов, В.Н. Старков, Н.А. Степенко. – СПб.: Лань, 2016. – 272 с.
4. Братусь А. С., Новожилов А. С., Платонов А. П. Динамические системы и модели биологии. М.: Физматлит, 2010. 400 с.
5. Марчук Г. И. Математические модели в иммунологии: вычислительные методы и эксперименты. М.: Наука, 1991. 299 с.
6. Osman M and Kwasi Adu I 2017 Journal of Advances in Mathematics and Computer Science 25 1–24 2.1.
7. Криворотько О.И., Кабанихин С.И., Зятьков Н.Ю., Приходько А.Ю., Прохoshин Н.М., Шишленин М.А. Математическое моделирование и прогнозирование COVID-19 в Москве и Новосибирской области / <https://arxiv.org/pdf/2006.12619.pdf>
8. M. Ala'raj, M. Majdalawieh, N. Nizamuddin. Modeling and forecasting of COVID- 19 using a hybrid dynamic model based on SEIRD with ARIMA corrections // Infectious Disease Modelling 6 (2021) 98-111.
9. Четвериков В.Н. Дифференциально-геометрические методы теории управления. Лекции для магистров ФН-12, 2020 г.
10. Блинов, Ю.Ф. Методы математического моделирования часть 1 / Ю.Ф. Блинов, В.В. Иванцов, П.В. Серба. – Т.: Таганрог, 2012. – 320 с.
11. Жабко, А.П. Дифференциальные уравнения и устойчивость. Учебник / А.П. Жабко. – Гриф УМО – М.: Лань, 2015. – 450 с.

12. Ризниченко, Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. – Изд. 2, испр. и доп / Г.Ю. Ризниченко.– М.: Ижевск, 2011 – 560 с.
13. Salisbury A. Mathematical models in population dynamics, Sarasota FL, 2011.
14. Rahmani M. Doust H. Gholizade S. An Analysis of Modified Lotka – Volterra Predator – Prey Model, 2014э
15. Baigent S. Lotka–Volterra Dynamics – An introduction, 2010.
16. Леви Д. Э. ВИЧ и патогенез СПИДа. — Перевод 3-го издания. — М.: Научный Мир, 2010. — 736 с. — ISBN 978-5-91522-198-6.
17. Бочаров Г. А., Марчук Г. И. Прикладные проблемы математического моделирования в иммунологии // Журн. вычисл. математики и матем. физики. 2000. Т. 40, № 12. С. 1905–1920.
18. Смирнова О. А., Степанова Н. В. Математическая модель колебаний при инфекционном иммунитете // Колебательные процессы в биологических и химических системах: Труды Второго Всесоюзного симпозиума по колебательным процессам в биологических и химических системах.Пушино-на-Оке, 23–27 ноября 1970 г. Пушино-на-Оке: НЦБИ АН СССР, 1971. Т. 2. С. 247–251.
19. Perelson A. S., Weisbuch G. Immunology for physicists // Rev. Mod. Phys. 1997, Oct. Vol. 69.P. 1219–1268.
20. Andre, McKenzie, Kashef Ijaz, Jon D. Tillinghast, “Transmission Network Analysis to Complement Routine Tuberculosis Contact Investigations.” Research-article. American Journal of Public Health. October 10, 2011.
21. S.C. Fu and G. Milne. Epidemic modelling using cellular automata. In Proceedings of the 1st Australian Conference on Artificial Life (ACAL'03), Canberra, December 2003.
22. E.W. Weisstein. Kermack-McKendrick Model. From MathWorld—A Wolfram Web Resource. <http://mathworld.wolfram.com/MooreNeighborhood.html>
23. Chicchi L., Patti F.D., Fanelli D., Piazza F., Ginelli F. First results with a SEIRD model. Quantifying the population of asymptomatic individuals in Italy, Part of the project"Analysis and forecast of COVID-19 spreading 2020.

*Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:*

<https://stuservis.ru/kurovovaya-rabota/398531>