

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИНТЕНСИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОЗВРАТНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

С.А.Лаптёнок

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Цель данного исследования – оценка эффективности использования последовательностей Фибоначчи для моделирования динамики реальных процессов, конкретно – для анализа динамики заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Воложинского и Столбцовского районов Минской области за период с 1953 по 2003 гг. Анализ описанных моделей не позволяет в полной мере однозначно трактовать результаты моделирования, тем не менее, показано наличие выраженной связи изменений тенденции процесса со структурой временных зон, рассчитанных с использованием последовательности Фибоначчи. Отмечено, что в результате применения метода анализа динамики процессов с использованием характеристик последовательности Фибоначчи получена дополнительная информация, которая может быть использована как для выявления вероятных причин, влияющих на процесс, так и для формирования прогноза его развития.

Ключевые слова: Воложинский район; Столбцовский район; злокачественные новообразования; заболеваемость; Украинско-Балтийский линеамент; территории, загрязненные радионуклидами ^{137}Cs ; пространственная категоризация; динамика интенсивных показателей заболеваемости; последовательности Фибоначчи; моделирование.

В целях моделирования влияния природных и связанных с ними антропогенных факторов, действующих в зонах разломов земной коры, на различные аспекты жизнедеятельности человека, проведен первичный анализ заболеваемости населения Воложинского и Столбцовского районов злокачественными новообразованиями за период с 1953 по 2003 годы, в результате которого были рассчитаны интенсивные показатели заболеваемости по количеству случаев за каждый год и средней численности населения за весь изучаемый период, который затем был разделен на пять подпериодов: 01.01.1953–31.12.1964; 01.01.1965–31.12.1974; 01.01.1975–30.06.1984; 01.07.1984–30.06.1994; 01.07.1994–31.12.2003 [1].

Проведена пространственная категоризация (табл.) всех случаев злокачественных новообразований у населения Воложинского и Столбцовского районов Минской области (свыше 7300, по данным Белорусского канцер-регистра) по территориальной принадлежности к зоне, расположенной на разломах и между разломами Украинско-Балтийского суперрегионального линеамента (так называемой Ивенецко-Першайской зоне), к зонам, расположенным над другими региональными и локальными линеаментами, а также к зонам, расположенным вне линеаментов и кольцевых структур.

Основной целью анализа реальных процессов является построение адекватных моделей для фор-

мирования обоснованного прогноза и принятия эффективных решений по коррекции или стабилизации. Для осуществления деятельности такого рода используется широкий спектр подходов и методов, взаимно дополняющих и уточняющих результаты их применения, обладающих особенностями, обуславливающими преимущество использования того или иного метода при решении указанного выше класса научно-исследовательских задач. Представляется целесообразным проведение оценки возможностей экстраполяции области применения различных математических методов на смежные классы задач и расширение границ их эффективности.

Понятие возвратной последовательности является достаточно широким обобщением понятия арифметической или геометрической прогрессии. Как частные случаи, оно охватывает также последовательности квадратов или кубов натуральных чисел, последовательности цифр десятичного разложения рационального числа и вообще любые периодические последовательности. Одной из разновидностей арифметических последовательностей, в частности, является и так называемая последовательность Фибоначчи [2].

Целью данного исследования явилась оценка эффективности использования последовательностей Фибоначчи [2–5] для моделирования динамики реальных процессов.

Последовательностью Фибоначчи называется ряд чисел, задаваемый линейным рекуррентным соотношением:

$$\Phi_0=0 \quad \Phi_1=1 \quad \Phi_n = \Phi_{n-2} + \Phi_{n-1} \quad \text{при } n \geq 2,$$

то есть в последовательности Фибоначчи каждый следующий член ряда равен сумме двух предыдущих: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1597, 2584, 4181, 6765, 10946 и т.д.

На основании использования некоторых свойств последовательности Фибоначчи в работе [2] предлагается способ математического моделирования развития эпидемического процесса с целью определения «критических» точек, определяющих резкое изменение тренда. Прогнозирование, как элемент математического моделирования эпидемического процесса, проводится с целью определения тенденции (тренда) динамики заболеваемости для своевременного выявления ухудшения эпидемической ситуации.

Принято считать, что одним из основных понятий в техническом анализе является понятие тренда – графика, отражающего динамику заболеваемости. Полагают, что динамика эпидемического процесса всегда подчиняется той или иной тенденции, и продолжение существующей тенденции более вероятно, чем ее изменение. Поэтому основная задача технического анализа заключается в том, чтобы на ранних этапах выявить окончание «старых» и развитие «новых» тенденций. Предлагается схема проведения технического анализа эпидемического процесса редко распределенных величин, включающая два алгоритма: расчет и построение графических

моделей временных зон; построение расширенных зон коррекции тренда.

Временные зоны – это последовательный ряд лет (месяцев), порядковые номера которых, начиная с года (месяца) с минимальным значением показателя, соответствуют членам ряда Фибоначчи (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 и т.д.). Считается, что вблизи данных реперных точек следует ожидать значительных изменений направления динамики процесса [2].

В настоящем исследовании описанный метод был использован для анализа динамики заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Воложинского и Столбцовского районов Минской области за период с 1953 по 2003 гг. [1].

На рис. 1–6 изображены результаты построения временных зон динамики интенсивных показателей для населенных пунктов различных кате-

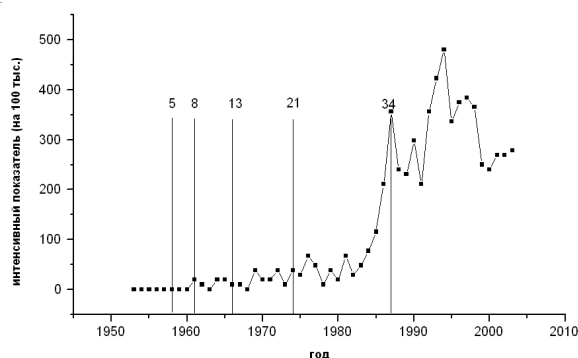


Рис. 1. Построение временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «102» в 1953–2003 гг.

Таблица

Пространственная категоризация и условные обозначения категорий населенных пунктов

Обозначение	Содержание
«101»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линеаментом, не загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«102»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над Украинско-Балтийским линеаментом, загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«111»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линеамент, не загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«112»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной над разломами, образующими Украинско-Балтийский линеамент, загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«200»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линеамента, не загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«202»	Населенные пункты, находящиеся в зоне, расположенной вне Украинско-Балтийского линеамента, загрязненной радионуклидами ¹³⁷ Cs
«300»	Населенные пункты, входящие в «Перечень населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 01.02.2010 г. №132

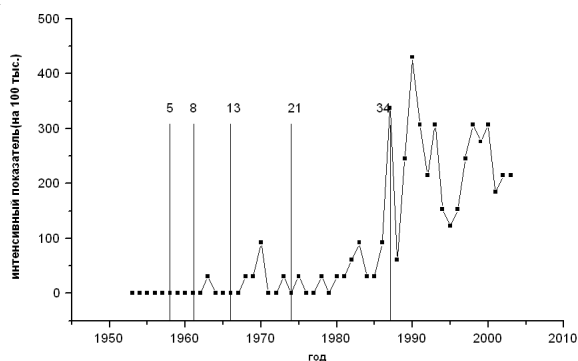


Рис. 2. Построение временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «111» в 1953–2003 гг.

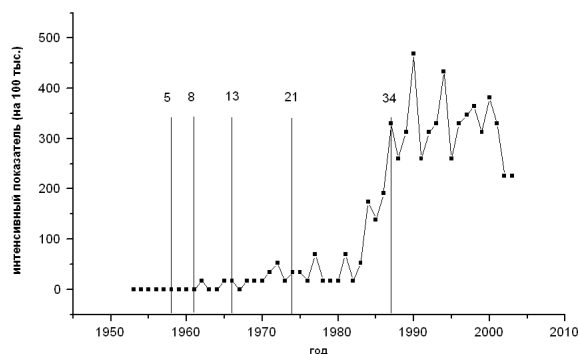


Рис. 5. Построение временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «300» в 1953–2003 гг.

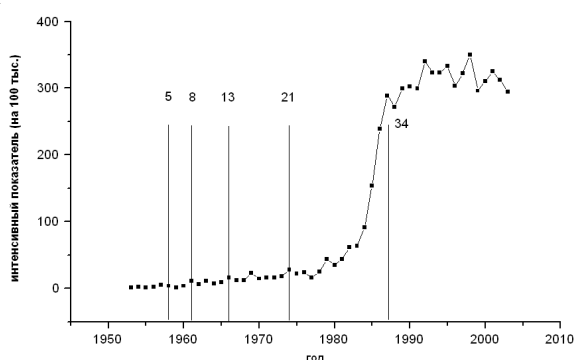


Рис. 3. Построение временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «200» в 1953–2003 гг.

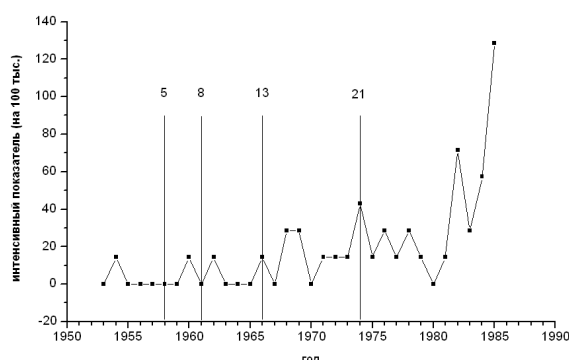


Рис. 6. Построение временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «101» в 1953–1985 гг.

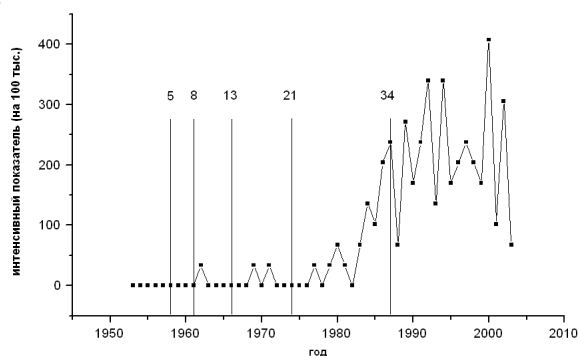


Рис. 4. Построение временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «202» в 1953–2003 гг.

горий в различные периоды наблюдения. Очевидно, что в большинстве случаев изменения направления тренда различной амплитуды наблюдаются в годы с порядковыми номерами, соответствующими членам ряда Фибоначчи. Данная тенденция нарушается только для категорий с малым количеством населенных пунктов, недостаточной численностью населения и единичными случаями за-

болеваемости – «111» и «112». В данном случае имеет место общая методологическая проблема недостаточности объемов выборочных совокупностей.

Рис. 1–6 отображают результаты построения временных зон, при котором отсчет порядкового номера лет осуществлялся от начала периода. Более логичным в некоторых случаях представляется отсчет лет по порядку от первого изменения тренда. Модифицированные таким образом модели временных зон представлены на рис. 7–14. Тенденция совпадения изменений направления тренда «годам Фибоначчи» сохраняется и в данном случае. Выбор подхода должен осуществляться в соответствии с логикой конкретного исследования.

Очевидно, что анализ описанных моделей не позволяет в полной мере однозначно трактовать результаты моделирования, тем не менее, имеет место выраженная связь изменений тенденции процесса со структурой временных зон, рассчитанных с использованием последовательности Фибоначчи.

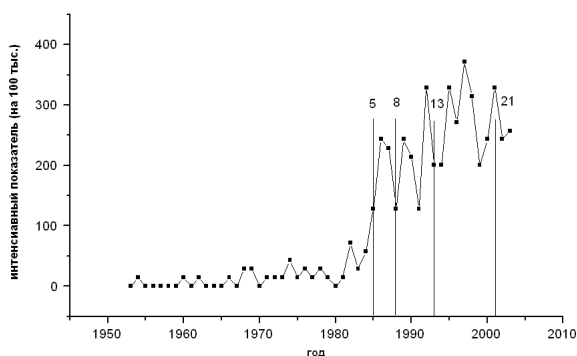


Рис. 7. Построение модифицированных временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «101» в 1953–2003 гг.

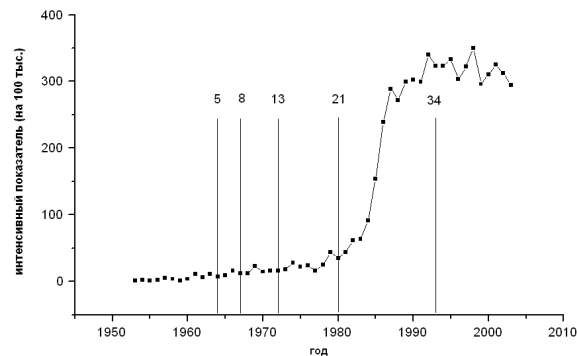


Рис. 10. Построение модифицированных временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «200» в 1953–2003 гг.

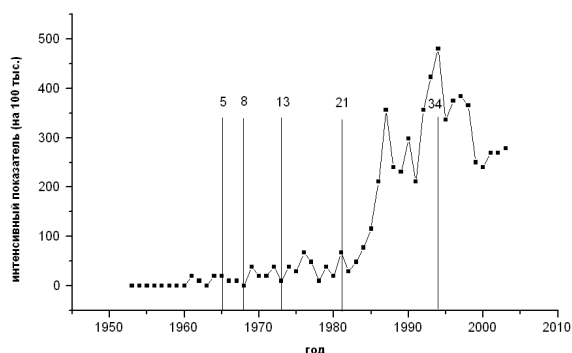


Рис. 8. Построение модифицированных временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «102» в 1953–2003 гг.

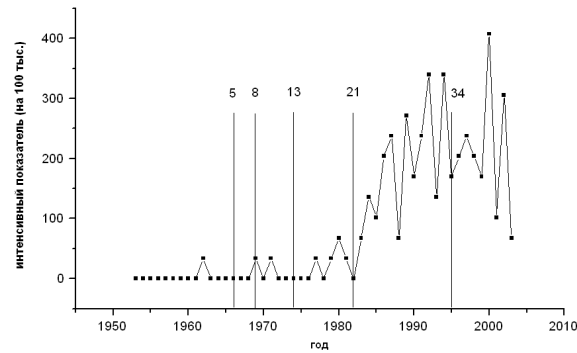


Рис. 11. Построение модифицированных временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «202» в 1953–2003 гг.

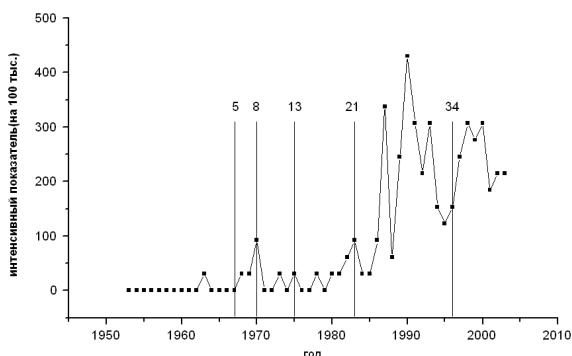


Рис. 9. Построение модифицированных временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «111» в 1953–2003 гг.

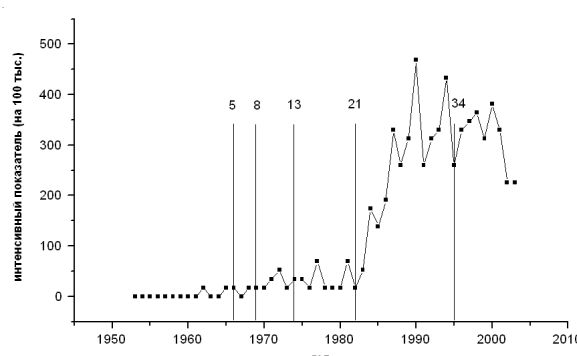


Рис. 12. Построение модифицированных временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «300» в 1953–2003 гг.

Таким образом, можно заключить, что в результате применения метода анализа динамики процессов с использованием характеристик последовательности Фибоначчи получена дополнительная информация, которая может быть использована как для выявления вероятных причин, влияющих на процесс, так и для формирования прогноза его развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаптёнок, С.А. Системный анализ геоэкологических данных в целях митигации чрезвычайных ситуаций / С.А.Лаптёнок. – Минск: БНТУ, 2013. – 287 с.
2. Маркушевич, А.И. Возвратные последовательности / А.И.Маркушевич. – М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1950. – 32 с.
3. Вайтук, С.А. Математическое моделирование эпидемического процесса редко встречаемых патогенов.

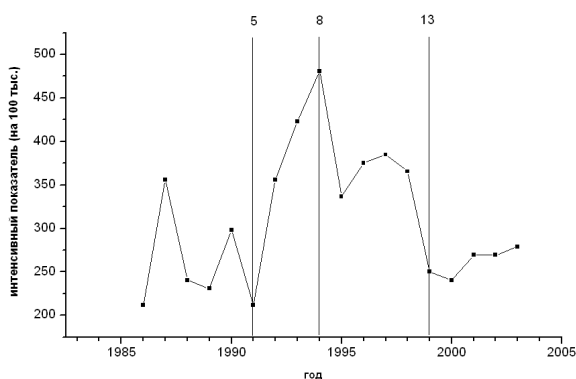


Рис. 13. Построение модифицированных временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «102» в 1986–2003 гг.

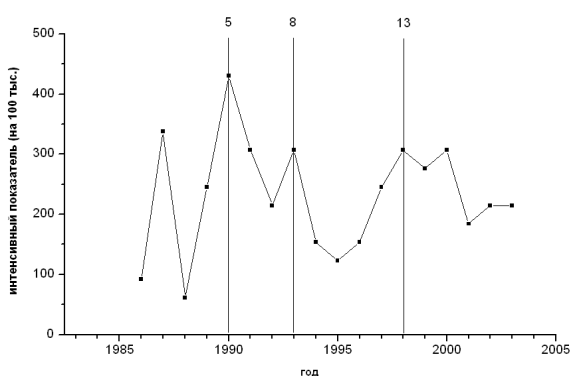


Рис. 14. Построение модифицированных временных зон при анализе динамики интенсивных показателей для населенных пунктов категории «111» в 1986–2003 гг.

логий: учебно-методическое пособие к практическим занятиям по курсу «Организация медицинского мониторинга и социально-гигиенический мониторинг» / С.А.Вайтюк, В.В.Сущевич; МГЭУ им. А.Д.Сахарова. – Минск, 2007. – 38 с.

4. Кнут, Д. Искусство программирования: в 3 т. / Д.Кнут. – 3-е изд. – М.: «Вильямс», 2006. – Т. 1: Основные алгоритмы. – С.720.
5. Кнут, Д. Конкретная математика. Основание информатики / Д.Кнут, Р.Грэхем, О.Паташник. – М.: Мир; Бином. Лаборатория знаний, 2006. – С.703.

ASSESSMENT OF DYNAMICS OF MORBIDITY INTENSIVE INDICATORS USING ANALYTICAL PROPERTIES OF RECURSIVE SEQUENCES

S.A.Laptyonok

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

The purpose of this study is to assess efficacy of using Fibonacci sequences to model dynamics of actual processes, particularly, to analyze dynamics of cancer morbidity in Volozhin and Stolbtsy districts of Minsk Region over 1953–2003. The analysis of the models described does not allow for unambiguous interpretation of the modeling results. Nevertheless, a clear relationship between changing process trends and structure of the time zones calculated using Fibonacci sequences is shown. It is noted that following using an analysis method with Fibonacci sequence characteristics, extra information which can be used for both revealing probable reasons influencing the process and forecasting its development was obtained.

Keywords: Volozhin District, Stolbtsy District, malignant neoplasms, morbidity, Ukrainian-Baltic lineament, ^{137}Cs radionuclides contaminated territories, space classification, dynamics of morbidity intensive indicators, Fibonacci sequences, modeling.

Поступила 14.10.2015 г.