

ства движения, уравнениями состояния и законами термодинамики. Все эти уравнения являются приближенными.

Решение ряда задач для случайных процессов любого вида представляет большие трудности. Однако, удастся получить сравнительно простые методы расчета, если отказаться от рассмотрения случайных процессов общего вида и ограничиться только процессами, обладающими некоторыми специальными свойствами, но тем не менее имеющими непосредственный практический интерес. Такими процессами и являются марковские процессы. Марковские процессы являются одной из важнейших моделей для реально протекающих процессов в природе и аппарат их достаточно хорошо разработан.

При рассмотрении марковских процессов с изменяющимися во времени вероятностями смены состояний можно указать конкретный метод исследования - спектральный метод. Этот метод ориентирован на исследование ортогональных функциональных базисов в пространствах функций с ограниченной энергией, что соответствует физичности получаемых результатов с одной стороны и способствует появлению специального операторного выражения, описывающего геологические явления на конечном промежутке времени [1]. Природа получаемых соотношений такова, что в качестве носителей информации о процессе используются матричные представления линейных операторов. В этих случаях становится возможным привлечение численно-аналитических процедур моделирования, допускающих реализацию на уровне современных компьютерных программ. Особый интерес вызывает тот ряд обстоятельств, который связан с ослаблением временных зависимостей моделей, которые в области операторных представлений сводятся к простым параметрическим связям. Таким образом достигается не только возможность решения задач из более обширного класса, но и возможность накопления информации, что особенно важно для геологических приложений. [2]

Спектральный метод позволяет непосредственно по линейным уравнениям записать явное выражение их решения в замкнутой форме, пользуясь символикой матриц, что имеет очевидное теоретическое и практическое значение для решения задач анализа, идентификации и синтеза. Все задачи, решаемые методами моделирования, в случае линейных нестационарных систем решаются спектральным методом без упрощения математического описания системы. Форма спектральных алгоритмов не зависит от вида базисной системы функций, что придает спектральному методу простоту и универсальность. От вида базисной системы зависят лишь численные выражения спектральных характеристик систем [3], [4]. Достоинством спектрального метода является его корректность.

Заключение

Математические методы можно применять к экспериментальному и эмпирическому материалу в геологии по-разному. Для гидрогеологии основным приложением их является выявление и прогноз процессов водообмена. Правильные оценки водообмена, учитывающие максимальное число факторов, влияющих на эти процессы, на основе хорошо разработан-

ной теории, позволит выяснить роль подземных вод, например, в формировании нефтяных залежей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солодовников В. В. Статистическая динамика линейных систем автоматического управления. М. Государственное издательство физико-математической литературы, 1960, 655 с.
2. Баруча-Рид А.Т. Элементы теории марковских процессов и их приложения. М:Наука, 1969, 511с.
3. Солодовников В. В., В.В. Семенов, Спектральный метод расчета нестационарных систем управления летательными аппаратами. М. Машиностроение, 1975, 271 с.
4. Солодовников В. В., Дмитриев А.Н., Спектральные методы расчета и проектирования систем управления. М. Машиностроение, 1986, 439 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ КОНКУРЕНЦИИ

Настин А.А., Гришин О.П., Исаев Ю.М.

*Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия,
Ульяновск*

Пусть $y(t)$ - интенсивность выпуска продукции некоторого предприятия. Предположим, что весь выпущенный предприятием товар будет продан, а также цену товара $p(y)$ будем считать убывающей функцией. Чтобы увеличить интенсивность выпуска $y(t)$, необходимо, чтобы чистые инвестиции $I(t)$ были больше нуля. Таким образом, скорость увеличения интенсивности выпуска продукции является возрастающей функцией от I . Пусть эта зависимость выражается прямой пропорциональностью.

$$\dot{y} = mI. \quad (m = \text{const}), \quad (1)$$

где $1/m$ - норма акселерации. Пусть I - норма чистых инвестиций, т.е. часть дохода $p(y) \cdot y$, которая тратится на чистые инвестиции, тогда $I = Ip y$.

Уравнение (1) запишется $\dot{y} = kp(y)$, где $k = mI$.

Примем $p(y) = k(a - by) = r - by$, где $r = ka$, $b = kb$. Тогда

$$\dot{y} = (r - by) \cdot y. \quad (2)$$

Рассмотрим ситуацию, когда два предприятия выпускают один и тот же товар. Динамика объемов, выпускаемого товара каждым предприятием, определяется следующей системой

$$\begin{cases} \dot{y}_1 = y_1(r_1 - b_1 y_1 - a_2 y_2) \\ \dot{y}_2 = y_2(r_2 - b_2 y_2 - a_1 y_1) \end{cases} \quad (3)$$

Здесь y_i - количество, выпускаемого товара i -ым предприятием, r_i - коэффициент прироста выпус-

каемого товара i – ым предприятием, b_i - коэффициент, описывающий влияние на интенсивность выпуска продукции в самом предприятии, a_i - коэффициент, описывающий влияние со стороны другого предприятия. Все коэффициенты положительны. Из уравнений (3) следует, что система имеет следующие особые точки

$$1. y_1 = 0, y_2 = 0, 2. y_1 = 0, y_2 = r_2 / b_2,$$

$$3. y_1 = r_1 / b_1, y_2 = 0,$$

$$4. y_1 = \frac{r_2 a_2 - b_2 r_1}{a_1 a_2 - b_1 b_2}, y_2 = \frac{r_1 a_1 - b_1 r_2}{a_1 a_2 - b_1 b_2}.$$

Например для значений $r_1 = 3$; $r_2 = -1,8$; $b_1 = b_2 = 0,09$; $a_1 = -1$; $a_2 = 2$. Наблюдается устойчивое состояние рис. 1,2.

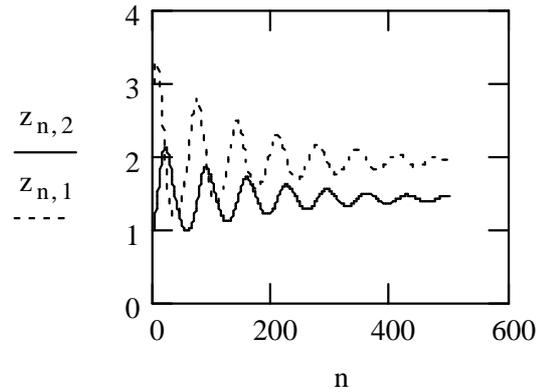
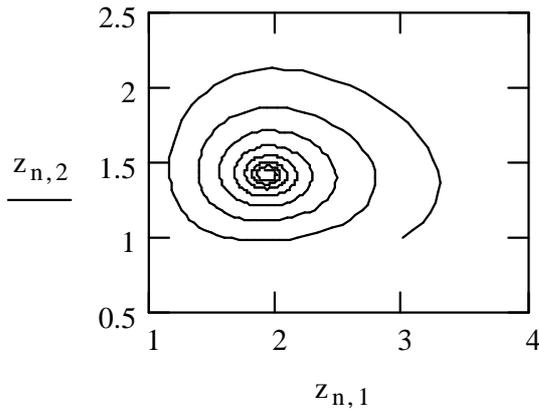


Рисунок 1,2. Расчетные данные

Для значений $r_1 = 0,1$; $r_2 = 0,5$; $b_1 = 0,05$; $b_2 = 0,1$; $a_1 = 0,03$; $a_2 = 0,01$ наблюдается состояние рис. 3,4.

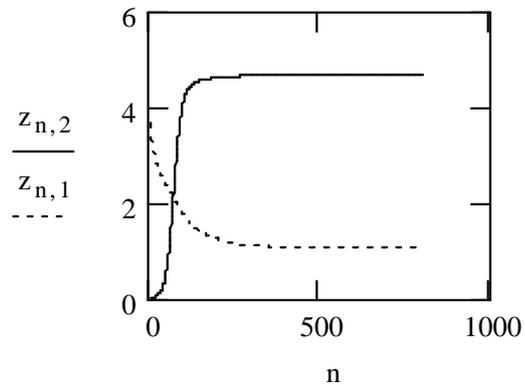
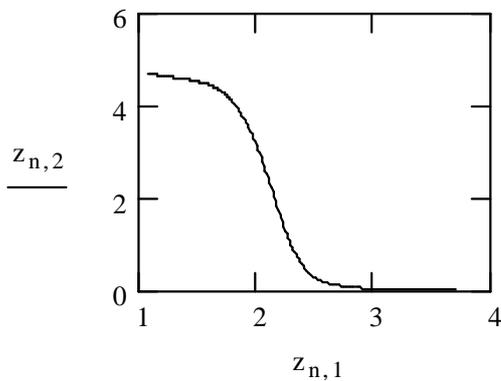


Рисунок 3,4. Расчетные данные

Исследуя систему можно сделать вывод, что при определенных условиях, если в системе в начальный момент времени существовали оба предприятия, то при любом соотношении их интенсивностей с течением времени второе предприятие полностью разорится и останется только первое со стационарным объемом r_1 / b_1 зависимости от соотношения начальных объемов в системе выживает одно из предприятий. Ситуация, когда в системе сосуществуют оба предприятия с

постоянными интенсивностями, является теоретически возможной, но практически крайне маловероятной.

При различных соотношениях параметров, если особая точка 4 – устойчивый узел, а особые точки 2,3 – седла, то в системе устанавливается устойчивое стационарное состояние, при котором оба предприятия сосуществуют.