



*С.М. Щекин, М.М. Никифорова*  
Вологодский государственный университет

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Рассмотрены теоретические основы метода прогнозирования, заключающегося в том, что определяется будущее не самого прогнозируемого параметра, а его второй производной, которая несет в себе энергетический смысл процесса. Показано, что если определить оптимистический и пессимистический варианты развития, то управленческие решения позволят направить развитие процесса в нужном направлении.

Прогнозирование, вторая производная, управленческие решения, производство.

Прогнозирование в последние годы становится актуальным практически во всех областях деятельности и знаний. Самые разные технологии прогнозирования широко используются как частным сектором, так и государственными органами – от прогнозирования разработки новых продуктов или технических возможностей конкурентов до создания сценариев для прогнозирования воздействия отдельных факторов на будущие процессы.

Реальные процессы редко бывают детерминированы и зачастую именно отдельные факторы определяют дальнейший ход развития. Пригожин и Гленсдорф [1] сформулировали принцип: чем меньше производство энтропии в реальных процессах, тем более система организована. Следовательно, тем легче она поддается прогнозированию. В работах Пригожина [2] получен инструмент, с помощью которого можно отслеживать эволюцию системы. Рост хаоса, или наоборот, упорядоченность процесса зависит не только от изменений самой энтропии, но от флуктуаций ее второй производной. Увеличиваются ли флуктуации, остаются ли постоянными, уменьшаются ли – это определяет исход, победу, самоорганизацию и укрепление живучести или поражение, катастрофу или гибель.

Явления, описываемые в рамках понятий бифуркаций, самоорганизации и эволюции структур, относятся не только к физике. Они на самом деле присущи природе в целом и поэтому могут использоваться во всех других науках, которые ее описывают: химии, биологии, геологии, географии, экологии. Связано это с тем, что методы анализа таких структур и применение математического аппарата те же самые, что и для нелинейных открытых физических систем. Большое сходство уравнений для описания этих явлений указывает на структурный изоморфизм процессов эволюции, изучаемых в естественных и гуманитарных науках.

В подавляющем большинстве случаев, особенно для общественных и социальных систем, где понятие энтропия носит условный характер, необходимо и достаточно знать направление изменения энтропии, характер ее амплитудных изменений, скорость и ускорение их изменений, то есть не численное ее значение, а то, как она себя ведет во времени.

При невозможности подсчитать энтропию процесса численно, вполне допустимо в качестве определяющего и заменяющего энтропию параметра брать один или несколько таких, которые увеличиваются в процессе эволюции системы, ведут себя аналогично энтропии. Такой параметр может расти (или деградировать) вместе с ростом времени.

Мы предполагаем, что вторая производная какого-либо параметра по времени несет в себе «энергетический» смысл, она становится «аналогом энергии», и по ее изменению можно видеть направление развития системы – прогресс, деградация, рост, устойчивость и т. д.

Например, если дважды продифференцировать по времени график пройденного пути, то получим график изменения ускорения. Сопоставление их друг с другом хорошо отражает взаимосвязь: если кривая пути растет круто вверх, то на графике ускорения отражается скачок второй производной, а это значит, что в систему поступила энергетическая подпитка (если это автомобиль, то в его двигатель увеличилось поступление топлива). Вторая производная здесь играет роль «аналога энергии».

Некоторая функция  $s(t)$  может быть представлена бесконечным рядом Тейлора:

$$s(t) = s(t_1) + s'(t_1) t/1! + s''(t_1) t^2/2! + s'''(t_1) t^3/3! + \dots$$

Существо ряда Тейлора состоит в том, что сигнал сложной формы представляется взвешенной суммой простых стандартных степенных сигналов вида  $t_k$ . Если в какой-то момент времени  $t_1$  известны (измерены или вычислены) значение сигнала  $s(t_1)$ , его скорость  $s'(t_1)$ , ускорение  $s''(t_1)$  и более высокие производные по времени, то значения сигнала для последующих моментов времени  $t$  определяются как сумма исходного значения сигнала и его приращений, обусловленных скоростью, ускорением и т. д. [3].

Поэтому очень важно знать первичные (исходные, фактические) данные об изменяющейся системе, например: рост населения, пройденное расстояние, изменение рождаемости, рост экспорта товара, рост заработной платы и т. д. Причем интерес представляет не только сам изменяющийся параметр, но и очень

чувствительная функция, описывающая его изменение, – флуктуация второй производной [4].

В таких случаях интерес представляет использование возможности оценки эффекта управляющих решений и воздействий их величины, характера, направления и т. д. Поэтому для прогнозирования какого-либо развития прием в качестве исследуемого фактора численные значения параметра в их изменении по времени, дважды продифференцируем, построим картину изменений и установим ближайшее будущее значение второй производной, чтобы затем после интегрирования получить будущее значение исследуемого фактора.

Методика нового способа прогнозирования работает на ближайшую масштабную единицу – секунду, час, день, месяц. То есть, если временная ось построена в годах, то прогноз осуществляется на ближайший год, если в часах – то на ближайший час. Попытки увеличить глубину прогноза приводят не просто к большим погрешностям, но к совершенно неверному прогнозу.

Поэтому данная методика является тактическим инструментом прогноза для немедленных управленческих решений.

Рассмотрим такой показатель, как данные по прибыли предприятия, показанные в табл. 1.

В программе Excel производим построение ряда исходных данных по чистой прибыли. Затем формируем ряд первой производной. Для этого в ячейку D3 записываем функцию (=D2-C2), то есть первая производная будет равна разности между следующим значением ряда и предыдущим, то есть  $4135 - (-352) = 4487$ . Затем с помощью курсора захватываем эту функцию и переносим на весь ряд № 3 (табл. 2).

Затем повторяем эту процедуру для построения второй производной, теперь в ячейке E4 записываем =E3-D3, переносим для ряда 4 и получаем таблицу, показанную в табл. 3.

Затем для этого ряда 4 задаем команду построения диаграммы (рис. 1).

Таблица 1

**Изменение чистой прибыли предприятия по годам**

Показатели/год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Прогноз
Чистая прибыль, тыс. руб	-352	4135	86131	53253	431734	82724	-

Таблица 2

**Получение первой производной функции «чистой прибыли» предприятия по годам**

Показатели/год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Прогноз
Чистая прибыль, тыс. руб.	-352	4135	86131	53253	431734	82724	-
Вторая производная, тыс. руб	-	4487	81996	32878	378481	-349010	-

Таблица 3

**Получение второй производной функции «чистой прибыли» предприятия по годам**

Показатели/год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Прогноз
Чистая прибыль, тыс. руб.	-352	4135	86131	53253	431734	82724	-
Первая производная, тыс. руб.	-	4487	81996	32878	378481	-349010	-
Вторая производная, тыс. руб.	-	-	77509	114874	411359	-727491	-

Тыс. руб.

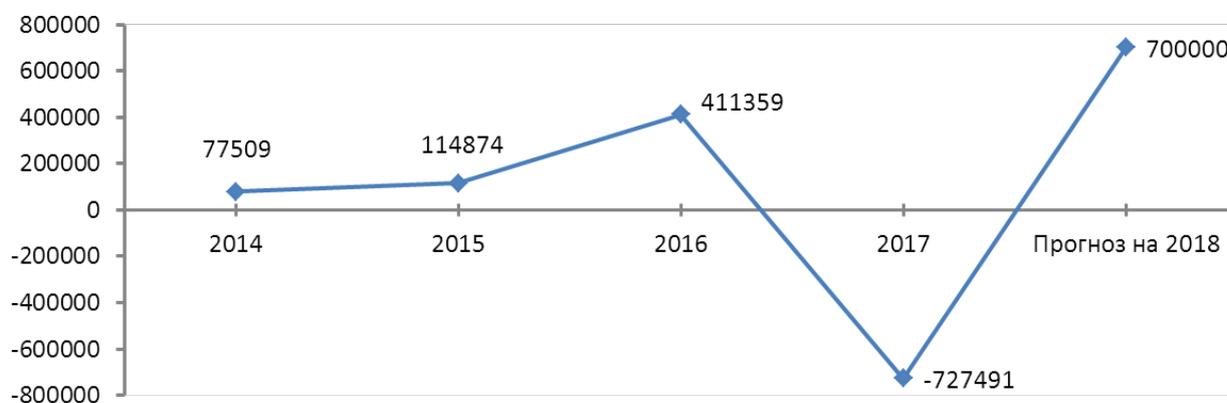


Рис. 1. График второй производной функции «чистая прибыль» и прогноз на 2018 год

## Получение прогноза «чистой прибыли» предприятия на 2018 год

Показатели/год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Прогноз
Чистая прибыль, тыс. руб.	-352	4135	86131	53253	431734	82724	<b>433714</b>
Первая производная, тыс. руб.	-	4487	81996	32878	378481	-349010	350990
Вторая производная, тыс. руб.	-	-	77509	114874	411359	-727491	700000

## Получение прогноза «чистой прибыли» предприятия на 2018-2023 годы (пессимистический прогноз)

Показатели/год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Чистая прибыль, тыс. руб.	-352	4135	86131	53253	431734	82724	<b>133714</b>	<b>-115296</b>	<b>-164306</b>	<b>-313316</b>	<b>-412326</b>	<b>-511336</b>
Первая производная, тыс. руб.	-	4487	81996	32878	378481	-349010	50990	-249010	-49010	-149010	-99010	-99010
Вторая производная, тыс. руб.	-	-	77509	114874	411359	-727491	400000	-300000	200000	-100000	50000	0

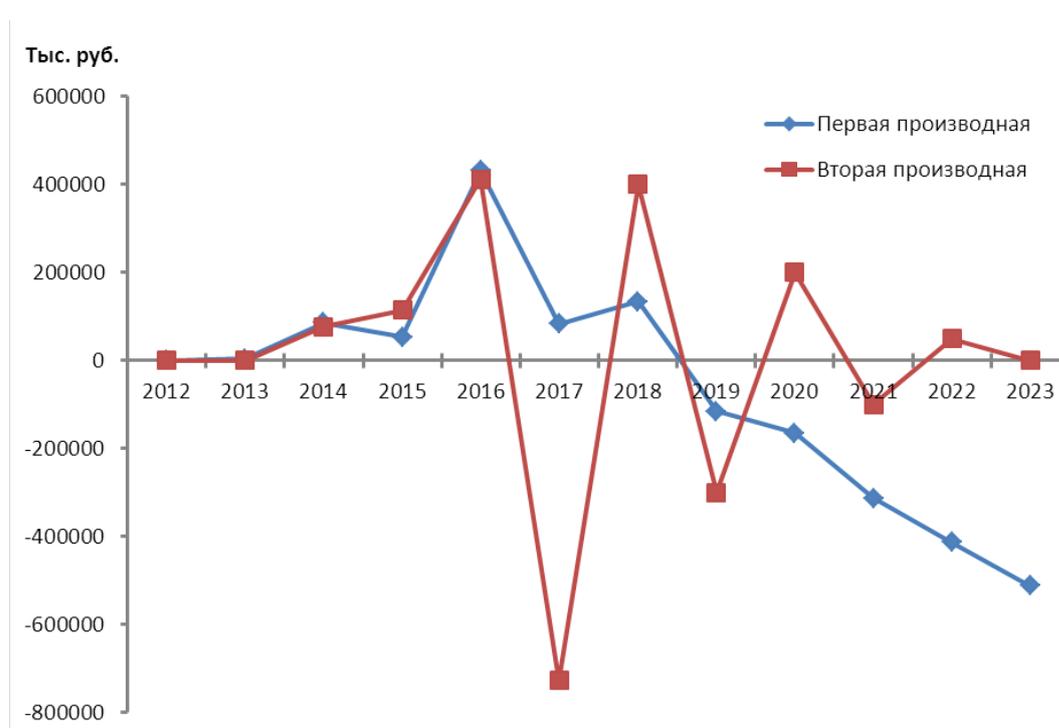


Рис. 2. Пессимистический прогноз, обусловленный постепенно уменьшающейся амплитудой второй производной, сводящейся в будущем к нулю

На этом графике хорошо видно, что вторая производная стремится к росту флюктуаций и следующее ее значение почти наверняка окажется в районе 700000 – это наш прогноз. Ставим это значение в ячейку I4. Затем в ячейку I3 записываем функцию  $=I4+I3$  – это операция интегрирования – и получаем прогноз первой производной. Далее интегрируем: в ячейке I2 записываем  $=I3+I2$  и получаем значение 433714 – это прогноз искомого параметра на 2018 год (табл. 4).

То есть на 2018 год чистая прибыль прогнозируется примерно на уровне 2016 года, а возможно и больше.

Можно произвести прогноз на более отдаленную перспективу, на несколько лет вперед. Но это отдельная работа, которая должна включать в себя анализ «окружающей среды» и факторов, сопутствующих данному

процессу, которые пока еще неизвестны. Поэтому описанную процедуру следует повторять два раза или более для разных вариантов развития сценария. Дальнюю перспективу следует прогнозировать в коридоре возможных вариантов с использованием инструментов прогнозирования.

Такое развитие процесса показано на рис. 2, 3 (пессимистический и оптимистический прогнозы).

На рисунках хорошо видно, что для обоих случаев исходные данные одинаковые, но в оптимистическом варианте (рис. 3) в 2018 году были предприняты усилия для поддержки, были произведены «вливания энергии» в процесс (число 800000), а в пессимистическом варианте (рис. 2) сэкономили на расходах, вторая производная в два раза меньше (400000), и на фоне больших амплитуд это сыграло ключевую роль – прибыль пошла в яму.

**Получение прогноза «чистой прибыли» предприятия  
на 2018-2023 годы (оптимистический прогноз)**

Показатели/год	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Чистая прибыль, тыс. руб.	-352	4135	86131	53253	431734	82724	<b>533714</b>	<b>334704</b>	<b>335069</b>	<b>386684</b>	<b>437674</b>	<b>388664</b>
Первая производная, тыс. руб.	-	4487	81996	32878	378481	-349010	50990	-249010	-49010	-149010	-99010	-99010
Вторая производная, тыс. руб.	-	-	77509	-100000	411359	-727491	800000	-650000	400000	-350000	200000	-100000

Тыс. руб.



*Рис. 3. Оптимистический прогноз. Показана постепенно уменьшающаяся амплитуда второй производной, но с гораздо большим размахом амплитуд и не сводящаяся к нулю*

Выявленный анализ показал, что в данном процессе 2018 год имеет решающее, ключевое значение, это шанс, который нельзя упускать и игнорировать.

Главный смысл решенной задачи не в том, что наблюдатель пассивно ждет наступления реальности, а в том, что наблюдатель может сам стать создателем той реальности, которая ему нужна, и он знает, что для этого надо сделать. Разработан новый способ прогнозирования эволюции для детерминированных и стохастических систем, и показана работоспособность методики прогнозирования в различных процессах, в том числе финансовых системах.

#### Литература

1. Пригожин, И. Хаос, время, квант / И. Пригожин; пер. с англ. – 3-е изд. – Москва: Эдиториал УРСС, 2001. – 250 с.

2. Пригожин, И. Порядок из хаоса / И. Пригожин; пер. с англ. – 3-е изд. – Москва: Эдиториал УРСС,

2001. – 312 с.

3. Федосов, Б. Т. Прогнозирование, анализ, синтез и моделирование сигналов управления [Электронный ресурс] / Б. Т. Федосов. – Режим доступа: [http://model.exponenta.ru/bt/bt\\_0005.html](http://model.exponenta.ru/bt/bt_0005.html).

4. Щекин, С. М. Прогнозирование эволюции системы по флуктуациям параметров / С. М. Щекин // Вузовская наука – региону: материалы второй всероссийской науч.-технич. конф. – Вологда, ВоГТУ, 2004. – С. 106–109.

**S.M. Shchekin, M.M. Nikiforova**  
Vologda State University

**FORECASTING SYSTEMS DEVELOPMENT  
FOR GENERATING MANAGEMENT SOLUTIONS**

The theoretical basis of the method of forecasting, which doesn't determine the future of the parameter being predicted, but its second derivative which carries the energy meaning of the process is considered in the article. It is shown that if we determine the optimistic and pessimistic possibilities of development, the management decisions will allow us to direct the development of the process correctly.

Forecasting, second derivative, management decisions