

## УТОЧНЕНИЕ К СТАТЬЕ «О ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ»

**Е.А. Тюменцев**

генеральный директор, e-mail: etyumentcev@hwdtech.ru

LLC Hello World! Technologies, Омск, Россия

**Аннотация.** В статье «О формализации процесса разработки программного обеспечения» даны определения процесса разработки как процесса редактирования текста программы, скорости данного процесса и сформулировано достаточное условие линейной скорости. В определении скорости процесса разработки необходимо существование предела. Но требуемый предел может и не существовать. В этой статье приводится определение скорости процесса разработки, не требующее существования предела, и переформулируется достаточное условие линейной скорости в соответствии с новым определением.

**Ключевые слова:** формализация, процесс разработки, программное обеспечение, производительность труда, Брукс.

В номере 43 журнала «Математические структуры и моделирование» за 2017 год была опубликована статья [1], в которой процесс разработки представлен как последовательность  $Pr$  :

$$P_0 \xrightarrow{c_1} P_1 \xrightarrow{c_2} P_2 \xrightarrow{c_3} \dots$$

в терминах и обозначениях статьи [1], где  $c_i$  – одна из операций по редактированию текста программы:

- добавление нового слова,
- добавление одного символа в существующее слово,
- удаление одного символа из существующего слова,
- удаление слова.

При этом скорость процесса разработки определяется как

**Определение 8.** Пусть  $F : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}$  – некоторая функция из множества  $\mathbb{N}$  в  $\mathbb{R}$ . Говорят, что процесс разработки  $Pr$  обладает скоростью  $F$  тогда и только тогда, когда

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{|P_n|}{F(n)} = C,$$

где  $C > 0$ .

Это определение имеет ограничение по применению, так как предел

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{|P_n|}{F(n)}$$

может и не существовать. Для определения скорости разработки важен не сам предел, а то, что последовательность  $\frac{|P_i|}{F(i)}$ , где  $i \in (1, 2, \dots)$ , можно ограничить снизу и сверху некоторыми константами. Если предел существует, то из этого следует ограниченность, но обратное утверждение не всегда выполняется. В силу этого замечания Предложение 7 верно не для всех процессов разработки (здесь и далее все предложения – это предложения из статьи [1]).

Кроме того, если следовать понятию скорости в общепринятом смысле, то скоростью будет не сама  $F$ , а  $\frac{F}{n}$ , так как  $n$  в нашей модели играет роль времени.

На основании данных соображений дадим новые определения.

**Определение 1.** Пусть  $F : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$  – некоторая функция из множества  $\mathbb{N}$  в  $\mathbb{R}^+$ , где  $\mathbb{R}^+ = \{x \in \mathbb{R}, x \geq 0\}$ . Говорят, что процесс разработки  $Pr$  обладает скоростью не лучше, чем  $F$  с точностью до константы тогда и только тогда, когда

$$\exists k \in \mathbb{N} \forall n > k |P_n| \leq F(n) \cdot n.$$

**Замечание 1.** В силу предложения 4 скорость любого процесса разработки не может быть лучше, чем 1.

**Определение 2.** Пусть  $F : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$  – некоторая функция из множества  $\mathbb{N}$  в  $\mathbb{R}^+$ . Говорят, что процесс разработки  $Pr$  обладает скоростью не хуже, чем  $F$  с точностью до константы тогда и только тогда, когда

$$\exists k \in \mathbb{N} \forall n > k F(n) \cdot n \leq |P_n|.$$

**Определение 3.** Пусть  $F : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$  – некоторая функция из  $\mathbb{N}$  в  $\mathbb{R}^+$ . Говорят, что процесс разработки  $Pr$  обладает скоростью  $F$  с точностью до константы тогда и только тогда, когда

$$\exists C_1 > 0, C_2 > 0 \exists k \in \mathbb{N} \forall n > k C_1 \cdot F(n) \cdot n \leq |P_n| \leq C_2 \cdot F(n) \cdot n.$$

**Замечание 2.** Пусть  $F : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$  – некоторая функция из  $\mathbb{N}$  в  $\mathbb{R}^+$ ,  $Pr$  – некоторый процесс разработки. Предположим, что  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|P_n|}{F(n) \cdot n} = C$ , где  $C \geq 0$ . Тогда процесс разработки обладает скоростью  $F$  с точностью до константы.

*Доказательство.* Из существования предела  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{|P_n|}{F(n) \cdot n} = C$ , где  $C \geq 0$ , следует ограниченность последовательности:  $\frac{|P_n|}{F(n) \cdot n}$ , начиная с некоторого  $k \in \mathbb{N}$ . То есть

$$\forall C_1 > 0 \exists k \in \mathbb{N} \forall n > k C - C_1 \leq \frac{|P_n|}{F(n) \cdot n} \leq C + C_1.$$



Основной результат статьи [1] — достаточное условие линейной скорости разработки теперь имеет следующую формулировку.

**Теорема 1** (Достаточное условие константной скорости процесса разработки). *В условиях предложения 6 предположим, что*

$$\exists C_1 > 0 \exists k_1 \in \mathbb{N} \forall n \geq k_1 |D_n| \leq C_1 \cdot |P_n|.$$

*Тогда процесс разработки  $Pr$  обладает константной скоростью.*

*Доказательство.* В силу предложения 6

$$\frac{n}{c} \leq |P_n \cup D_n| \leq n.$$

По предложению 1

$$|P_n \cup D_n| = |P_n| + |D_n|,$$

следовательно, по предположению теоремы

$$|P_n| + |D_n| \leq |P_n| + C_1 \cdot |P_n| = (1 + C_1)|P_n|.$$

Получаем, что

$$\frac{n}{c} \leq (1 + C_1)|P_n|,$$

то есть

$$\frac{n}{C(1 + C_1)} \leq |P_n|.$$

С другой стороны,  $|P_n| \leq n$ . Получаем

$$\frac{n}{C(1 + C_1)} \leq |P_n| \leq n.$$

В силу определения 3 скорость  $F$  процесса разработки  $Pr$  равна  $F(n) = 1$ , что и требовалось доказать. ■

**Замечание 3.** Вообще говоря, константная скорость в нашем случае не значит, что скорость процесса разработки не меняется с течением времени. Важно то, что она не может упасть ниже определённой константы по мере роста размера проекта. Этим свойством обладают не все процессы разработки. В [1] был построен пример процесса разработки, скорость которого асимптотически приближалась к 0 по мере роста размера проекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Тюменцев Е.А. О формализации процесса разработки программного обеспечения // Математические структуры и моделирование. 2017. № 3(43). С. 96–107.

**CLARIFICATION OF THE ARTICLE "ABOUT THE FORMALIZATION  
OF THE SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESS"**

**Е.А. Tyumentcev**

CEO, e-mail: etyumentcev@hwdtech.ru

LLC Hello World! Technologies, Omsk, Russia

**Abstract.** In the article "About The Formalization Of The Software Development Process", the definitions of the software development process as a process of editing the text of the program, the speed of the process, and a sufficient condition for linear speed are formulated. In determining the speed of the development process, the existence of a limit is required. However, the required limit may not exist. In this paper, we define the speed of software development process, which does not require the existence of a limit, and reformulates a sufficient condition for linear velocity in accordance with the new definition.

**Keywords:** formalization, development process, software, productivity.

*Дата поступления в редакцию: 05.02.2018*