



И.В. Левыкин

Кандидат технических наук, профессор кафедры «Медиасистем и технологий»,
Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
ihor.levykin@nure.ua, ORCID – <https://orcid.org/0000-0001-8086-237X>

ОБОБЩЁННЫЙ АЛГОРИТМ И ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА ПОЛУЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ ПО ПРИОРИТЕТАМ ЗАПУСКА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Особенностью нерегулярных сквозных бизнес-процессов является то, что в некоторых конкурентных точках их количество не только может изменяться, но и в их число может быть включён новый бизнес-процесс. С учётом этих особенностей возникают проблемы планирования, учёта, контроля, анализа и регулирования. Для их решения применяются методы и средства оперативно-календарного планирования. Однако возникают проблемы при управлении такими бизнес-процессами, конкурирующими за общие ресурсы. Для их решения в статье предлагается обобщённый алгоритм нахождения решения по установлению приоритетов запуска сквозных бизнес-процессов с участием ЛПП в каждой конкурентной точке. Описана разработанная программная платформа <СОВЕТЧИК ЛПП> обеспечивающая в режиме just in time, автоматическую корректировку полученных вариантов решений.

БИЗНЕС-ПРОЦЕСС, ПРИОРИТЕТ, КОНКУРЕНТНАЯ ТОЧКА, МОДЕЛЬ ПОТОКОВ РАБОТ

Особливістю нерегулярних наскрізних бізнес-процесів є те, що в деяких конкурентних точках їх кількість не тільки може змінюватися, але і в їх число може бути включений новий бізнес-процес. З урахуванням цих особливостей виникають проблеми планування, обліку, контролю, аналізу і регулювання. Для їх вирішення застосовують методи і засоби оперативно-календарного планування. Однак виникають проблеми при управлінні такими бізнес-процесами конкуруючими за загальні ресурси. Для їх вирішення в статті пропонується узагальнений алгоритм знаходження рішення щодо встановлення пріоритетів запуску наскрізних бізнес-процесів за участю ЛПП в кожній конкурентній точці. Описано розроблену програмна платформа <ПОРАДНИК ЛПП> забезпечує в режимі just in time, автоматичне коректування отриманих варіантів рішень.

БИЗНЕС-ПРОЦЕСС, ПРИОРИТЕТ, КОНКУРЕНТНА ТОЧКА, МОДЕЛЬ ПОТОКІВ РОБІТ

A feature of irregular end-to-end business processes is that at some competitive points their number can not only change, but a new business process can be included in their number. Given these features, problems arise in planning, accounting, control, analysis and regulation. To solve them, methods and tools of operational calendar planning are used. However, problems arise when managing such business processes competing for shared resources. To solve them, the article proposes a generalized algorithm for finding a solution to establish priorities for launching end-to-end business processes with the participation of decision makers at each competitive point. The developed software platform <LPR ADVISOR> is described which provides in the just in time mode the automatic correction of the obtained solutions.

BUSINESS PROCESS, PRIORITY, COMPETITIVE POINT, WORKFLOW MODEL

Введение

Сложность описания последовательности выполнения нерегулярных, взаимосвязанных, конкурирующих за общие ресурсы сквозных бизнес-процессов (БП) связана с факторами, определяющими как номенклатуру таких процессов, так и накладываемые на них условия выполнения, которые в ходе реализации жизненного цикла производственного процесса могут быть изменены. Сквозные БП представляются в виде последовательностей действий их выполнения с учетом доступа к соответствующим ресурсам (конкуренции за ресурсы между процессами, которые выполняются в одно и то же время), что необходимо учитывать при достижении целей каждого из этих процессов. Такие задачи относятся к классу задач оперативно-календарного планирования, базирующиеся на основе математической теории расписаний и характеризуются сложностью разработки моделей их решения. Однако, использование методов линейного программирования не позволяет учитывать динамику дискретных производственных процессов, изменение состояния производства, а также требует

детального его описания, что приводит к увеличению сложности разрабатываемых моделей. При этом, возникает проблема выбора такой последовательности действий выполнения сквозных бизнес-процессов, которая может быть реализована с использованием конкретных ресурсов на всём производственном цикле. Причём для всех заказов, выполняемых одновременно, устанавливаются конкретные последовательности, реализуемые с использованием общих ресурсов. В рамках математического моделирования процесса решения этой задачи, в отличие от теории расписаний, такую последовательность можно представить моделью потоков работ, описывающей реализацию жизненного цикла сквозного бизнес-процесса [1, 2, 3, 4].

1. Модель нахождения решения определения приоритетов запуска сквозных бизнес-процессов.

Проблема управления сквозными бизнес-процессами связана с многими факторами, влияющими на реализацию всех этапов их жизненного цикла [5, 6]. При этом необходимо учитывать ряд коммерционных

составляющих таких процессов [7, 8]. Одной из них является минимизация времени доступа к ресурсам каждого из этих процессов с условием обязательного их выполнения, в соответствии с установленными темпаральными ограничениями, регламентируемые соответствующими договорами с заказчиками [9]. Так как конкуренция среди группы бизнес-процессов возникает в конкурентных точках, то необходимо найти требуемое решение не только в каждой из них, но и с учётом выполнения процессов во всех последующих точках.

Получение такого решения представим следующей моделью:

$$M = (T_i^{set}, t_i^{left}, t_{ij}^i, t_{ij}^h, B_{ls}^i, t_j^{wt}), \quad (1)$$

где T_i^{set} — время выполнения i -го заказа по договору; t_i^{left} — оставшееся время выполнения i -го заказа; t_{ij}^h — нормативное время выполнения j -ого действия l -го бизнес-процесса; t_{ij}^i — время выполнения j -ого действия l -го бизнес-процесса i -го заказа; B_{ls}^i — порядок/приоритет прохождения l -го бизнес-процесса i -го заказа в s -й конкурентной точке; t_j^{wt} — время ожидания j -ого действия.

Особенностью нерегулярных сквозных бизнес-процессов является то, что в некоторых конкурентных точках их количество не только может изменяться, но и в их число может быть включён новый бизнес-процесс. В связи с этим необходимо для каждого бизнес-процесса найти такую последовательность порядка их прохождения по конкурентным точкам, которая удовлетворяла бы заданным условиям. Получение требуемых решений осуществляется несколькими прогонами с использованием программного средства <СОВЕТЧИК ЛПР> с включением в этот процесс лица принимающего решение (ЛПР).

2. Описание обобщённого алгоритма нахождения требуемого решения

Для реализации приведенной модели (1), предлагается обобщённый алгоритм нахождения вариантов <Решений> (управляющих воздействий) в виде установления приоритетов доступа к общим ресурсам не регулярных бизнес-процессов в соответствующих конкурентных точках. Нахождения требуемого <Решения> осуществляется по критериям: оставшееся время выполнения бизнес-процессов/заказов и времени запаздывания их выполнения. Полученное <Решение> означает выполнение заказов в установленные по договорам сроки.

Входной информацией такого алгоритма являются данные о событиях бизнес-процессов отображаемых в соответствующем логге событий, фиксируемом информационной системой.

Выходной информацией алгоритма являются данные о приоритетах доступа к общим ресурсам бизнес-процессов в соответствующих конкурентных точках.

Описание обобщённого алгоритма определения приоритетов доступа к общим ресурсам конкурирующих бизнес-процессов, представим следующими этапами:

Этап 1. Ввод параметров по каждому сквозному бизнес-процессу из документов о заказах (время начала и окончания выполнения заказа, нормативное время выполнения действия бизнес-процесса t_{ij}^h и время ожидания t_j^{wt} его доступа к ресурсам в конкурентных точках).

Этап 2. Вычислить длительность выполнения действий каждого заказа t_{ij}^i в конкурентных точках в виде суммы: времени ожидания t_j^{wt} и нормативного времени выполнения действия t_{ij}^h .

Этап 3. Определить оставшееся время выполнения каждого бизнес-процесса, вычитанием из времени выполнения заказа по договору текущего времени выполнения заказа до соответствующей конкурентной точки $t_{ij}^{left} = T_{ij}^{set} - t_{ij}^i$.

Этап 4. Рассчитать суммарное оставшееся время выполнения заказов по соответствующим порядком в каждой конкурентной точке $T_j = \sum_{i=1}^3 t_{ij}^{left}$.

Этап 5. Установить по наибольшему суммарному оставшемуся времени выполнения, порядок запуска заказов B_{ls}^i в l -ой конкурентной точке.

Этап 6. Вычислить отклонения наибольшего значений суммарного оставшегося времени от текущего по всем порядкам di , $di = T_j^{Smax} - T_j^S$, определяющие насколько изменятся эти значения при изменении приоритетов запуска B_{ls}^i на последующих конкурентных точках.

Этап 7. Проверить наличие отрицательных значений суммарного оставшегося времени выполнения бизнес-процессов в последней конкурентной точке.

Этап 8. Провести корректировку последовательности порядков запуска заказа ЛПР для ликвидации этих отрицательных значений, повышением его приоритета в соответствующих конкурентных точках на 1-цу (поднять заказ на 1-ин уровень вверх).

Этап 9. Проверить наличие отрицательных значений суммарного оставшегося времени выполнения бизнес-процессов в последней конкурентной точке на 2-м прогоне.

Этап 10. Рассчитать значения времени максимального запаздывания выполнения БП, которые определяются суммой значений оставшегося времени соответствующего заказа в соответствии со всеми вариантами установления приоритетов в последней конкурентной точке, исходя из результатов полученных после первого прогона.

Этап 11. Проверить наличие отрицательных значений суммарного оставшегося времени выполнения бизнес-процессов в последней конкурентной точке на 2-м прогоне.

Этап 12. Определить порядки запуска заказов с фиксированием 2-х конкурентных точек на 3-ем прогоне. Для этого, исходя из данных о запаздывании, определяется какой из заказов по приоритету необходимо передвигать вверх.

Этап 13. Пересчитать последовательности порядков в оставшихся конкурентных точках, для определения порядка имеющего наибольшее оставшееся время выполнения.

Этап 14. Провести корректировку последовательностей порядков ЛПР после третьего прогона с фиксацией одной точки с последующими изменениями в другой и в остальных точках, по данным об оставшемся общем времени выполнения заказов.

Этап 15. Провести запуск четвёртого прогона, на котором определяется возможность нахождения лучшего результата, по критерию значения большего общего оставшееся время, чем найденное после прогона на третьем этапе с фиксацией трёх конкурентных точек. Каждый порядок, который был выбран при выполнении 3-го прогона, уже имел определённые значения d_i . Последовательно установленные порядки со своими значениями d_i определили общее суммарное значение ds , $ds = d_I + d_{II}$ по результатам 3-го прогона. Исходя из полученных сопоставлений между оставшемся времени выполнения t_{ij}^{left} и общим суммарным значением ds , осуществляется поиск таких вариантов порядков на каждом этапе прогонов, при которых суммарное значение ds будет меньше лучшего результата после прогона на третьем этапе. Затем ЛПР перебираются все варианты запуска, удовлетворяющие заданным условиям с поиском таких порядков, у которых суммарное значение $d1$, $d2$ и $d3$ будет меньше ds , полученного после 3-го прогона. Дальнейшее нахождение лучшего варианта с фиксацией следующей четвёртой точки невозможно в связи с тем, что не выполняется условие меньше или равное ds , полученное после фиксации трёх точек. При фиксации четвёртой точки это значения будет только увеличиваться, что свидетельствует о получении худшего решения.

3. Имитационный эксперимент

Апробация предлагаемого алгоритма получения требуемого Решения по определению приоритетов запуска заказов/бизнес-процессов проведена на примере одной группы, состоящей из 3-х заказов с семью конкурентными точками, с использованием разработанного программного средства <СОВЕТЧИК ЛПР>. При этом рассматриваются все возможные комбинации запуска бизнес-процессов в каждой из 7-и конкурентных точек с 6-ю возможными вариантами.

Для реализации задачи нахождения требуемого Решения осуществляется ввод исходных данных (время начала и окончания выполнения заказа,

нормативное время выполнения действия бизнес-процесса t_{ij}^h и время ожидания t_j^{wt} его доступа к ресурсам) из документов о-заказах (договоров, технологических карт), ресурсах за какие они будут конкурировать (оборудование, материалы и т.д.) и в каких конкурентных точках n по каждому БП. Значения нормативного времени выполнения бизнес – процессов по всем порядкам их запуска в 1-ой конкурентной точке представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения нормативного времени выполнения бизнес – процессов по всем порядкам их запуска в 1-ой конкурентной точке

Порядок	123	132	231	213	312	321
Первый	4	4	8	8	10	10
Второй	8	10	10	4	4	8
Третий	10	8	4	10	8	4

Расчёты времени выполнения бизнес-процессов по всем порядкам и их общее время выполнения в 1-ой конкурентной точке представлены в таблице 2.

Таблица 2

Значения времени выполнения бизнес-процессов в 1-ой конкурентной точке

Порядок	123	132	231	213	312	321
Первый	4	4	8	8	10	10
Второй	12	14	18	12	14	18
Третий	22	22	22	22	22	22
Итого	38	40	48	42	46	50

Оставшееся время выполнения каждого БП по всем порядкам, реализуется вычитанием из времени выполнения каждого заказа по договору T_i^{set} , нормативного времени выполнения t_{ij}^h из таблицы 2. Например, для первого порядка при значениях времени выполнения заказов 120,110,100, получено оставшееся время выполнения каждого БП равное $120-4=116, 110-12=98, 100-22=78$. Аналогично такие расчёты, проведенные по остальным порядкам, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Оставшееся время выполнения БП по всем порядкам в 1-ой конкурентной точке

Порядок	123	132	231	213	312	321
Первый	116	116	102	102	90	90
Второй	98	86	82	108	106	92
Третий	78	88	98	78	88	98
Итого	292	290	282	288	284	280
d_i	0	2	10	4	8	12

Также рассчитываются значения суммарного оставшегося времени выполнения 3-х заказов в соответствии с порядком их прохождения, а также параметр d_i , определяющий отклонения от наибольшего суммарного оставшегося времени выполнения заказов T_j^{Smx} его последующего значения по всем порядкам (таблица 3). По параметру d фиксируется

изменение оставшегося времени при корректировке приоритетов запуска на последующих конкурентных точках. Кроме того, проводится расчёт суммарного оставшегося времени выполнения заказов $T_j = \sum_{i=1}^3 t_{ij}^{left}$

по *i*-у заказу и *j*-у порядку. В таблице 4 представлены итоговые данные по оставшемуся времени выполнения 3-х БП после прохождения последней 7-ой конкурентной точки.

Таблица 4

Оставшееся время выполнения БП по всем порядкам на 7-ой конкурентной точке

Порядок	123	132	231	213	312	321	1	-99
Первый	-10	-10	14	14	42	42	2	21
Второй	2	30	38	-14	-19	5	3	204
Третий	26	-7	-23	26	-7	-23		
Всего	18	13	29	26	16	24		

Так как в таблице 4 имеются отрицательные значения оставшегося времени выполнения заказов, то для их устранения устанавливаются приоритеты запуска заказа с максимальным значением оставшегося времени T_j^{Smx} с повышением приоритета его выполнения в соответствующих конкурентных точках на 1-цу (поднять заказ на 1-н уровень вверх по всем конкурентным точкам);

Если требуемое <Решение> по всем конкурентным точкам не получено, то на 2-ом прогоне ЛПР необходимо, с использованием программного средства <СОВЕТЧИК ЛПР>, перейти к корректировке приоритетов запуска бизнес-процессов по критерию максимального времени невыполнения/запаздывания бизнес-процессов. Для этого ЛПР определяет тот бизнес-процесс, у которого по всем вариантам значения времени невыполнения по заказу максимально. Как видно из таблицы 4, для 1-го бизнес-процесса по всем комбинациям значения оставшегося времени выполнения по этому критерию соответствуют первому приоритету (-10,-10,-23,-14,-1,-23=-99). Соответственно для 2-го и 3-го бизнес-процессов эти величины будут равны 21 и 204. Для устранения этого отклонения, для бизнес-процесса с самым большим невыполнением этого ограничения, ЛПР увеличивает приоритет его запуска на один уровень вверх. В тех конкурентных точках, в которых 1-ый бизнес-процесс имеет 1-ый приоритет запуска, существующий порядок не изменяется. Соответственно, как и при первом прогоне определяются новые порядки для каждой последующей конкурентной точки. При этом, чем меньше оставшееся время или оно имеет отрицательное значение (запаздывание), тем приоритет у данного заказа должен быть выше. Возможные варианты определения приоритетов представлены на рисунке 1. На рисунке 1 в правой части представлена таблица, а на левой находятся кнопки, являющиеся элементами интерфейса программной платформы.

Все таб.	Сброс	Очистка	№	Точка	d	порядок
Таб 1_1	Кон т.1.1		1	точка 1	0	0
Таб 1_2		Кон т.1.2	2	точка 1	0	0
Таб 2_1	Кон т.2.1		3	точка 2	8	213
Таб 2_2		Кон т.2.2	4	точка 2	2	312
Таб 3_1	Кон т.3.1		5	точка 3	6	213
Таб 3_2		Кон т.3.2	6	точка 3	2	312
Таб 4_1	Кон т.4.1		7	точка 4	10	213
Таб 4_2		Кон т.4.2	8	точка 4	4	312
Таб 5_1	Кон т.5.1		9	точка 5	10	213
Таб 5_2		Кон т.5.2	10	точка 5	6	312
Таб 6_1	Кон т.6.1		11	точка 6	11	123
Таб 6_2		Кон т.6.2	12	точка 6	4	132

Рис. 1. Возможные варианты определения приоритетов

В столбце «время», показаны порядки, удовлетворяющие условию выполнения всех заказов. Наличие значение «-» означает, что данный порядок не удовлетворяет сформулированному условию.

Для получения всех результатов и последующего его анализа последовательного изменения порядка в одной конкурентной точке по всем конкурентным точкам, на втором прогоне ЛПР в платформе использует кнопку «Все таб.» (рис. 2). Данная кнопка позволяет запустить проведение необходимых расчётов и заполнить все результирующие таблицы с соответствующими данными о результатах выполнения 3-х заказов по всем конкурентным точкам. Кнопка «Очистка» предназначена для очистки введенных порядков во всех контрольных точках и возвращение установленных при первом проходе начальных порядков. Кнопка «Сброс» позволяет запустить очистку данных о результатах выполнения заказов по всем конкурентным точкам в таблицах.

На третьем прогоне фиксируется один из порядков и последовательно, после каждого фиксирования порядка в остальных конкурентных точках, программой осуществляется пересчёт во всех остальных точках. ЛПР находит тот порядок, у которого значение d минимально. Аналогично для исключения отрицательных значений оставшегося времени выполнения по всем порядкам осуществляется поднятия 1-го заказа на следующий уровень. При этом ЛПР имеет возможность получать набор вариантов порядков по каждой фиксированной точки, представленный на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что ЛПР имеет возможность выбрать тот вариант, который имеет наибольшее оставшееся время и удовлетворял бы или больше соответствовал порядку в сложившихся условиях выполнения заказов.

Возможность получения лучшего результата, может быть проверена с фиксацией трёх конкурентных точек при запуске 4-о прогона по общему суммарному значению *ds*, полученному по результатам 3-го

прогона. Сопоставляя t_i^{left} и общее суммарное значение ds , проводится поиск порядков, при которых суммарное значение ds должно быть меньше лучшего результата после прогона на третьем этапе. ЛПР перебираются все варианты запуска, удовлетворяющие заданным условиям. Для этого последовательно в начале фиксируется первая конкурентная точка с минимальным значения di , а затем вторая и третья конкурентные точки с этим же значением. При этом после 4-х прогонов с фиксацией 1-й, 2-х, 3-х и 4-х конкурентных точек выбирается та последовательность, у которой оставшееся время большее.

Все таб.	Сброс	Очистка	№	Точка	d	Порядок	Время
Таб 1_1	Кон т.1.1		1	точка 1	0	0	-
Таб 1_2	Кон т.1.2		2	точка 1	0	0	-
Таб 2_1	Кон т.2.1		3	точка 2	8	213	-
Таб 2_2	Кон т.2.2		4	точка 2	2	312	-
Таб 3_1	Кон т.3.1		5	точка 3	6	213	-
Таб 3_2	Кон т.3.2		6	точка 3	2	312	-
Таб 4_1	Кон т.4.1		7	точка 4	10	213	-
Таб 4_2	Кон т.4.2		8	точка 4	4	312	18
Таб 5_1	Кон т.5.1		9	точка 5	10	213	-
Таб 5_2	Кон т.5.2		10	точка 5	6	312	-
Таб 6_1	Кон т.6.1		11	точка 6	11	123	-
Таб 6_2	Кон т.6.2		12	точка 6	4	132	-

Рис. 2. Данные после фиксации всех конкурентных точек

Практическая реализация прогонов с использованием разработанной платформы на каждом этапе осуществляется: с помощью поиска необходимых значений параметров, соответствующих вычислений, проверок выполнения условий накладываемых ЛПР и реализация соответствующих макросов.

Примером поиска нужного значения является нахождения значений максимального оставшегося времени в каждой конкурентной точки. Например, результат поиска порядка с максимальным значением оставшегося времени в диапазоне T9:Y9, диапазон «всего» с занесения порядка 123 в ячейку R11, которому соответствует это максимальное время, представлен на рис. 3.

=ВПР(Q11:Q14;S5:Y9;ПОИСКПОЗ(МАКС(S9:Y9);S9:Y9,0);ЛОЖЬ)																
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y			
1 конкур точка							3	100								
Послед	123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321			
первый	4	4	8	8	10	10	первый	116	116	102	102	90	90			
второй	12	14	18	12	14	18	второй	98	86	82	108	106	92			
третий	22	22	22	22	22	22	третий	78	88	98	78	88	98			
всего	38	40	46	42	46	50	всего	292	290	282	288	284	280			
							d1	0	2	10	4	8	12			
							123									
							Упоря	Послед								
							116	первый								
							98	второй								
							78	третий								
							78									
							2 конкур точка									

Рис. 3. Результаты поиска порядка с максимальным значением оставшегося времени

Примером выполнения условий, является выполнение установленного порядка запуска в конкурентной точке со значениями оставшегося времени в

диапазоне Y22:Y24, при его фиксации в виде неизменяемой последовательности по порядку их расположения в технологической карте по номеру заказа в диапазоне P22:P24, который остаётся одним и тем же в каждой конкурентной точке. Это необходимо для предоставления информации об оставшемся времени выполнения по каждому заказу в каждой конкурентной точке и правильном сопоставлении определённого значения своему заказу, рис. 4.

=ЕСЛИ(Y21=T15;T16;ЕСЛИ(Y21=U15;U16;ЕСЛИ(Y21=V15;V18;ЕСЛИ(Y21=W15;W17;ЕСЛИ(Y21=X15;X17;ЕСЛИ(Y21=Y15;Y18))))))

P22																
=ЕСЛИ(Y21=T15;T16;ЕСЛИ(Y21=U15;U16;ЕСЛИ(Y21=V15;V18;ЕСЛИ(Y21=W15;W17;ЕСЛИ(Y21=X15;X17;ЕСЛИ(Y21=Y15;Y18))))))																
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y			
15		123	132	231	213	312	321	Послед	123	132	231	213	312	321		
16		10	10	8	8	5	5	первый	106	106	90	90	73	73		
17		18	16	13	18	15	13	второй	80	63	65	98	101	85		
18		23	23	23	23	23	23	третий	55	75	93	55	75	93		
19		51	48	44	49	43	41	всего	241	244	248	243	249	251		
20							d2	10	7	3	8	2	0			
21							Упоря	Послед	321	312						
22							101	первый	73	73						
23							75	второй	85	101						
24							73	третий	93	75						

Рис. 4. Размещение значений оставшегося времени по номеру заказа

Наибольшее число вложенных макросов в количестве 252 было назначено на кнопку Фикс кнопка. На некоторые кнопки было назначено не один, а несколько вложенных макросов, которые обеспечивают перезапуск платформы с последующим сохранением полученного результата. Ещё одним условием, является занесение в поле «порядок» всех возможных вариантов порядков, с учётом установленного порядка и номера передвигаемого заказа на 1-н приоритет вверх.

В результате получено требуемое Решение, состоящее из последовательностей порядков прохождения всех заказов в каждой конкурентной точке в соответствии с их приоритетами выполнения сквозных бизнес-процессов.

Заключение

Предложен алгоритм, позволяющий с участием ЛПР осуществлять выбор порядков запуска нерегулярных, взаимосвязанных, конкурирующих за общие ресурсы бизнес-процессов исходя из условий и ограничений, которые невозможно было предвидеть при оперативном-календарном планировании. В процессе получения требуемого <Решения>, ЛПР принимает непосредственное участие посредством изменения любого приоритета (фиксирование порядка) запуска бизнес-процессов в соответствующей конкурентной точке. Разработана программная платформа <СОВЕТЧИК ЛПР> обеспечивающая в режиме just in time, автоматическую корректировку полученных вариантов решений, исходя из изменившихся предыдущих или появившихся новых условий запуска бизнес-процессов, получая соответствующие результаты вычислений с учётом текущих

условий для последующего анализа и выбора лучшего варианта. Особенностью программной платформы <СОВЕТЧИК ЛПР> является то, что оно позволяет последовательно на каждом этапе определять следующую лучшую последовательность порядков.

Список литературы:

- [1] *Charles Plesums* An Introduction to Workflow// Workflow Handbook.-2002.- http://www.wfmc.org/information/introduction_to_workflow02.pdf.
- [2] *Carol Prior*. Workflow and Process Management// Workflow Handbook.-2003.http://www.wfmc.org/information/Workflow_and_Process_Management.pdf.
- [3] *W.M.P. van der Aalst and S. Jablonski*. Dealing with Workflow Change: Identification of Issues and Solutions. *International Journal of Computer Systems, Science, and Engineering*, 15(5):267–276, 2000.
- [4] *W.M.P. Van der Aalst and T. Basten*. Inheritance of Workflows: An Approach to Tackling. Problems Related to Change. *Theoretical Computer Science*, 270(1-2):125-203, 2002.
- [5] *W.M.P. van der Aalst, J. Desel, and A. Oberweis*, editors. Business Process Management: Models, Techniques, and Empirical Studies, volume 1806 of Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, Berlin, 2000.
- [6] *A. Agostini and G. De Michelis*. Improving Flexibility of Workflow Management Systems. In *W.M.P. van der Aalst, J. Desel, and A. Oberweis*, editors, Business Process Management: Models, Techniques, and Empirical Studies, volume 1806 of Lecture Notes in Computer Science, pages 218–234. Springer-Verlag, Berlin, 2000.
- [7] *W.M.P. Van der Aalst and P.J.S. Berens*. Beyond Workflow Management: Product-Driven Case Handling. In *S. Ellis, T. Rodden, and I. Zigurs*, editors, International ACM SIG-GROUP Conference on Supporting Group Work (GROUP 2001), pages 42–51. ACM Press, New York, 2001.
- [8] *Casati and G. Pozzi*. Modeling Exceptional Behaviors in Commercial Workflow Management Systems. In *Proceedings Fourth IFCIS International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS 99)*, IEEE Computer Society, Brussels, 1999.
- [9] *Chalyi S., Levykin I., Petrychenko A., Bogatov I.* (2018). Causality-based model checking in business process management tasks. *IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies DESSERT'2018*. doi: 10.1109/DESSERT.2018.8409176

Поступила в редколлегию 10.10.2019