

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

MATHEMATICAL MODELING, SYSTEMS ANALYSIS

Научная статья

УДК 004.02

EDN YVTFVM

DOI 10.17150/2500-2759.2022.32(3).562-569



СОДЕРЖАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРУДОЕМКОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

С.С. Ованесян, **М.В. Шитова**

Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Информация о статье

Дата поступления
1 июня 2022 г.

Дата принятия к печати
3 октября 2022 г.

Дата онлайн-размещения
8 ноября 2022 г.

Ключевые слова

Система поддержки принятия решений; нейронные сети; метод Pert; задача о назначениях

Аннотация

В статье проведен анализ методов, которые могут быть применены для оценки трудоемкости разработки программных продуктов, с использованием лексикографического метода. В табличной форме представлена оценка таких методов по критериям с учетом их значимости для пользователя. По результатам анализа выбраны два метода, получившие наивысшую оценку по самому значимому критерию. С учетом информации, полученной в процессе изучения данных методов, рассмотрены два варианта содержания системы поддержки принятия решений для оценки трудоемкости разработки программных продуктов в условиях неопределенности. Первый вариант основан на применении нейронных сетей, второй — на применении метода Pert. Обоснован выбор второго варианта. Рассмотрена возможность применения модели задачи о назначениях для поиска оптимального распределения работ между исполнителями.

Original article

THE CONTENT OF THE DECISION SUPPORT SYSTEM FOR ASSESSING THE LABOR INTENSITY OF THE DEVELOPMENT OF SOFTWARE PRODUCTS UNDER UNCERTAINTY

Sergey S. Ovanesyan, **Milena V. Shitova**

Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation

Article info

Received
June 1, 2022

Accepted
October 3, 2022

Available online
November 8, 2022

Keywords

Decision support system;
neural networks; Pert method;
assignment problem

Abstract

In [1], the structure of a decision support system was proposed to assess the complexity of software development in uncertainty. This article presents materials on its content. 2 variants of the content of the DSS are considered. The first option is based on the use of neural networks, the second is based on the use of the Pert method. The choice of the second option is justified. The possibility of using the assignment problem model to find the optimal distribution of work between performers is considered.

Как правило, создаваемые программные продукты, например система электронного документооборота, имеют отличительную черту: все они являются оригинальными. Поэтому при оценке трудоемкости их разработки довольно сложно учесть все факторы, способные повлиять на время создания продукта. Но в случае наличия у разработчика опыта создания подобных систем и базы данных, в которой фактически зафиксировано затраченное время в человеко-часах, можно предположить примерное время, которое потребуется на разработку. То есть с накоплением опыта происходит увеличение точности выдвигаемых оценок. С другой стороны, как оценить время, необходимое на разработку проекта, который содержит новые виды задач или предполагает применение новых технологий?

В [1] рассматривалась проблема оценки трудоемкости разработки программных продуктов в условиях неопределенности. Отмечалось, что некорректная оценка трудоемкости проекта влечет за собой увеличение срока его реализации, снижение надежности, эффективности и модифицируемости программного продукта¹. Это, в свою очередь, является причиной уменьшения рентабельности проекта за счет того, что изначально в его стоимость было заложено определенное количество человеко-часов. Так как срок выполнения проекта увеличился, т.е. количество затраченных человеко-часов возросло, а получившаяся прибавка по времени не была изначально включена в договор с заказчиком, то оплата этого времени происходит за счет компании.

Также задержка срока сдачи проекта может привести к предъявлению заказчиком требования выплаты пени, что тоже очевидно влияет на доход организации. Таким образом, проблема точной оценки трудоемкости является причиной возникновения проблемы уменьшения прибыли всей компании.

Решением обозначенных проблем может стать использование автоматизированной информационной системы, представленной в виде системы поддержки принятия решений (СППР), которая удовлетворяла бы следующим требованиям²:

- реализация возможности автоматического расчета времени, которое потребуется для разработки программного продукта;
- реализация возможности получения плана распределения работ между сотруд-

никами, занимающимися разработкой программного продукта.

Выполнение второго требования позволит в какой-то степени оптимизировать затраты времени сотрудников (что будет способствовать минимизации времени, которое тратится на разработку программного продукта) и завершить проект в срок, прописанный в договоре с заказчиком.

Актуальность рассматриваемой проблемы обусловлена тем, что на сегодняшний день специализированной СППР на рынке информационных систем обнаружено не было.

Данная работа посвящена рассмотрению содержания СППР в целях расчета трудоемкости разработки программных продуктов и оптимального распределения работ по этим продуктам между сотрудниками.

Для достижения обозначенной цели необходимо:

- проанализировать методы, которые могут быть применены для оценки времени, необходимого на разработку программного продукта;

- исследовать возможности применения нейронных сетей и моделей транспортной задачи линейного программирования;

- разработать метод вычисления трудоемкости создания программного продукта.

Стоит заметить, что идея формализации имеющихся знаний и автоматизации сложившихся в компании процессов в виде СППР не является новой. Более того, подобные системы используются в различных областях. Так, в [2; 3] рассматривается применение СППР в криминалистике и страховой отрасли в качестве помощника для лица, принимающего решение. Несмотря на явные различия этих отраслей, процессы создания и внедрения СППР в нашем случае, скорее всего, будут аналогичными. В качестве одного из подходов к созданию и внедрению таких систем можно, например, использовать предложенную в [4] методологию создания и внедрения интеллектуальных систем, которая может быть применена для названных областей.

В ранее упомянутой статье [1] предлагалась структура СППР, состоящая из двух блоков: автоматизированной информационной вычислительной системы (АИВС) и системы искусственного интеллекта (СИИ) [3]. Также в [1] были проанализированы существующие методы, которые могут быть применены для оценки трудоемкости разработки программных продуктов. Проводился обзор таких методов, как метод функциональных точек [5–7], методика СОСОМО II [8], методы на основе экспертной оценки [9; 8],

¹ URL: <https://studfile.net/preview/2122626/page:3>.

² URL: https://logrocon.ru/requirements_analysis.

технология оценивания трудоемкости проектов [10], метод критического пути [11–14] и метод PERT [15]. На основе выполненного анализа в табличной форме была представлена оценка рассмотренных методов по четырем выбранным критериям: степень формализации, форма выражения, точность и применимость.

Для того чтобы учесть значимость выбранных критериев для пользователя, применим лексикографический метод. Проранжируем критерии по их значимости и введем их количественные характеристики. На первом месте по значимости расположим критерий точности, так как результатом решения рассматриваемой проблемы должно стать увеличение точности прогнозных оценок трудоемкости разработки программных продуктов. На втором месте разместим критерий степени формализации, на третьем — критерий применимости и на четвертом — критерий формы выражения. Если метод является формальным, то он получает 1 балл, если неформальным, то 5. В данном случае такие баллы обусловлены тем, что пользователю методов гораздо проще и удобнее применять именно неформализованные методы, так как они не требуют какой-либо специальной подготовки. Если метод имеет письменную форму выражения, то он получает 1 балл, если графическую, то 3, если комбинированную, то 5. Методы, позволяющие получить оценку

с высокой точностью, получают 5 баллов, со средней — 3, с низкой — 1 балл. Если метод сложно применим, тогда он получает 1 балл, если применим, то 3, если легко применим — 5. Расположим критерии по их значимости. Результаты приведены в таблице.

Таким образом, по критерию точности как самому значимому на первом месте оказываются метод PERT и метод на основе модели нейронных сетей. При этом, несмотря на формализованность метода PERT, он является достаточно применимым на практике, в отличие от нейросетевого метода. Тем не менее, так как два этих метода оказались лидерами по критерию точности, далее они будут рассмотрены в качестве методов для решения рассматриваемой проблемы.

Применение нейронных сетей для решения проблемы. С учетом предложенной структуры СППР СИИ может быть реализована на основе модели нейронных сетей, а АИВС — модели задачи о назначениях³. Нейросетевой метод в данном случае предназначен для расчета трудоемкости разработки программных продуктов, а решение задачи о назначениях позволит найти оптимальный план распределения работ.

Среди преимуществ модели нейронных сетей можно отметить «нахождение ре-

³ URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Задача_о_назначениях](https://ru.wikipedia.org/wiki/Задача_о_назначениях).

Оценка методов по критериям

Название метода	Критерии			
	1. Точность (высокая — 5, средняя — 3, низкая — 1)	2. Степень формализации (формальный — 1, неформальный — 5)	3. Применимость (сложно применим — 1, применим — 3, легко применим — 5)	4. Форма выражения (письменная — 1, графическая — 3, комбинированная — 5)
Метод функциональных точек	1	1	1	1
Методика СОСОМО II	3	1	1	1
Метод критического пути	3	1	3	5
Методы экспертной оценки	3	1	3	1
Технология оценивания на основе принципов Planning Poker из Scrum	3	1	3	1
Метод PERT	5	1	3	5
Метод анализа иерархий	3	1	3	5
Приложение TimeTimeTime	1	5	5	1
Нейронные сети	5	1	1	1

шения при неизвестных закономерностях», «устойчивость к шумам во входных данных», адаптацию к изменениям внешних факторов, «потенциальное сверхвысокое быстродействие», «отказоустойчивость при аппаратной реализации»⁴, «способность к обучению и обобщению накопленных знаний» [16].

С другой стороны, применение нейросетевого метода требует наличия достаточно большого объема данных для обучения модели. Это условие иногда является причиной отказа от данного подхода к решению проблемы организацией [1]. Так, в силу того что компания «ООО «РКИТ» относительно молодая и информация по проектам первых лет в базе данных ею не фиксировалась, накопленных за последние годы ее отчетов о разработанных продуктах не хватит для качественного обучения модели. Тем не менее использование нейросетевого метода является весьма перспективным направлением решения рассматриваемой проблемы.

Применение метода *Pert* для решения проблемы. Альтернативой предложенному варианту СППР может стать система, которая состоит только из блока АИВС. Этот блок предлагается реализовать на основе метода сетевого планирования, т.е. *Pert*, и модели транспортной задачи линейного программирования. Первый метод должен рассчитывать длительность работ по проекту, второй — находить оптимальный план распределения работ между сотрудниками. Структура альтернативной СППР представлена на рис. 1.

Метод *Pert* имеет ряд преимуществ, важных для решения обозначенной проблемы. Данный метод позволяет рассчитывать сроки выполнения проектов, в которых присутствуют новые виды задач⁵, учитывая при

этом условия неопределенности. Он обеспечивает довольно высокую степень точности получаемой прогнозной даты завершения проекта, которая не изменится с заданной вероятностью, не требует дополнительной подготовки при его использовании, позволяет определить критический путь и является достаточно простым с точки зрения программной реализации. Также стоит добавить, что, в отличие от нейросетевого метода, *Pert* не требует наличия достаточно большой базы данных для его использования.

Приведем математическую постановку задачи поиска прогнозного времени завершения проекта по разработке программного продукта.

По проекту S имеются работы s_{ij} , $i, j = \overline{1, n}$ (обозначены стрелками), которые упорядочены с учетом последовательности их выполнения. Номерами обозначены события (рис. 2).

Здесь t_{ij} — время выполнения работы s_{ij} , $i, j = \overline{1, n}$. Для каждой работы s_{ij} , $i, j = \overline{1, n}$ с помощью метода экспертной оценки получены три оценки времени их завершения: оптимистичная t_o , пессимистичная t_p и наиболее вероятная t_m [15]. Требуется найти среднее время завершения каждой работы и проекта в целом. Формула для расчета средней длительности работы и ее дисперсии выглядит следующим образом [15, с. 79]:

$$t_{ij} = \frac{t_{pij} + 4t_{mij} + t_{oij}}{6},$$

$$\sigma_{ij}^2 = \left(\frac{t_{pij} - t_{oij}}{6} \right)^2.$$

Вычисление таких характеристик, как ожидаемое и предельное время наступления события, интервал свободы, «свободный и независимый резерв времени», произво-

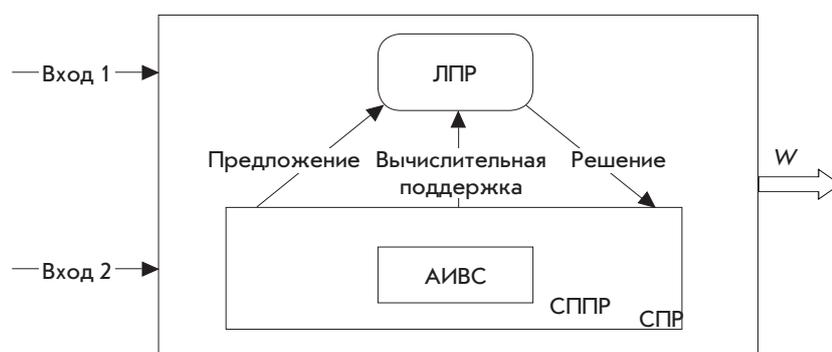


Рис. 1. Структура СППР с использованием только блока АИВС

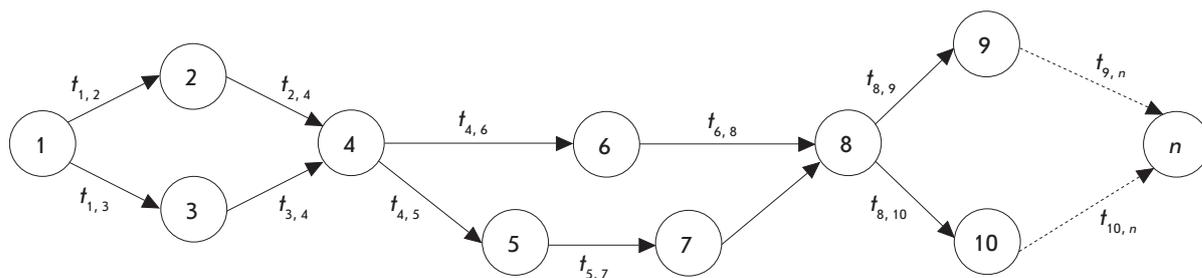


Рис. 2. Сетевой график проекта

дится по классическим формулам сетевого метода планирования, которые приведены в [15, с. 50].

Стоит еще раз отметить, что одно из главных достоинств метода Pert заключается в том, что он позволяет не только определить среднее время завершения проекта, но и найти вероятность того, что проект будет завершен именно к найденному сроку. Поэтому, если вероятность выполнения работы к определенному сроку окажется низкой, у лица, принимающего решения, есть возможность сработать наперед, скорректировав план работ.

Оптимальное распределение работ между исполнителями. Задача поиска оптимального плана распределения работ между сотрудниками аналогична задаче о назначениях⁶. Одним из исходных условий задачи о назначениях является равенство количества работ и исполнителей. В реальной жизни с подобной ситуацией можно столкнуться достаточно редко. В связи с этим мы предлагаем включить в СППР три математические формулировки задачи о назначениях.

Как и любая другая сфера, разработка программных продуктов условно делится на некоторое число областей, для которых характерны определенные типы задач, для успешного выполнения которых необходимы определенные навыки и умения. В каждой области есть сотрудники, у которых, как правило, разный уровень владения этими компетенциями. Степень владения соотнесем с конкретной оценкой. Для этого воспользуемся пятибалльной шкалой, в соответствии с которой 1 означает нулевой уровень квалификации (сотрудник никогда не работал в этой области), 2 — низкий (сотрудник выполнял данную работу несколько раз), 3 — средний (опыт работы один — три года), 4 — уверенный (опыт работы от трех лет) и 5 — экспертный уровень (опыт работы

в одной области больше пяти лет). Для присвоения сотруднику степени владения навыками и способностями привлекается группа экспертов, специализирующихся в конкретной области. Для формализации степени владения компетенциями далее будет введен такой параметр, как уровень владения навыками для выполнения определенного типа задачи сотрудником, который оценивается в соответствии с приведенной шкалой.

Общая постановка задачи о назначениях «закрытого» типа $m = k$. Имеется m работ $a_i, i = \overline{1, m}$ и k сотрудников $b_j, j = \overline{1, k}$, причем $m = k$. Необходимо распределить работы между исполнителями таким образом, чтобы суммарная эффективность выполнения всех работ была максимальна⁷. Предполагается, что все работы должны быть выполнены, один сотрудник может выполнять только одну работу и одна работа должна иметь одного исполнителя. Обозначим x_{ij} факт назначения или неназначения i -й работы j -му сотруднику, c_{ij} — уровень владения навыками для выполнения i -й работы k -м сотрудником. Тогда математическая постановка задачи будет выглядеть следующим образом:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max,$$

$$\sum_{j=1}^k x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, m},$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, k},$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, k}.$$

Задача о назначениях «открытого» типа с условием, что $m > k$. Имеется также m работ $a_i, i = \overline{1, m}$ и k сотрудников $b_j, j = \overline{1, k}$, только в данном случае количество задач больше числа исполнителей: $m > k$. С учетом данного условия ниже приведена постановка задачи:

⁷ URL: <https://habr.com/ru/post/63982>.

⁶ URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Задача_о_назначениях; URL: <http://www.aiportal.ru/articles/neural-networks/advantages.html>.

$$F(x) = \sum_{i=1}^m = \sum_{j=1}^k c_{ij}x_{ij} \rightarrow \max,$$

$$\sum_{j=1}^k x_{ij} \leq 1, \quad i = \overline{1, m},$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, k},$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, k}.$$

Задача о назначениях «открытого» типа с условием, что $m < k$. Отличием данной задачи от предыдущей является условие $m < k$, которое означает, что число задач меньше числа исполнителей:

$$F(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k c_{ij}x_{ij} \rightarrow \max,$$

$$\sum_{j=1}^k x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, m},$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq 1, \quad j = \overline{1, k},$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, k}.$$

Для решения поставленных задач предлагается применять метод потенциалов, который является модификацией симплекс-метода⁸, или венгерский метод⁹. Чтобы задачу «открытого» типа свести к задаче «закрыто-

го» типа, необходимо в первом случае ввести фиктивных исполнителей, а во втором — фиктивные работы.

Алгоритм работы с предложенной СППР можно представить схемой, продемонстрированной на рис. 3.

Таким образом, входными данными для СППР в целях нахождения прогнозного срока завершения проекта по разработке программного продукта являются сетевой график и три оценки длительности каждой работы. Для определения оптимального плана распределения работ необходимо задать количество работ и исполнителей, уровни владения навыками и умениями, необходимые для выполнения i -й работы k -м сотрудником. Выходными значениями в общем случае являются сроки завершения каждой работы и проекта в целом, а также план распределения работ между исполнителями. Возможно расширение количества выходных данных исходя из потребностей лица, принимающего решения. Так, при необходимости можно настроить вывод перечня критических работ и событий, графика, показывающего ход выполнения проекта с учетом полученных результатов, и других отчетов.

Предложенные структура и содержание блоков СППР в виде применения метода Pert и модели задачи о назначениях позволяют найти срок завершения разработки программного продукта и предложить оптимальный с точки зрения эффективности выполнения работ план распределения работ между исполнителями.

⁸ URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_потенциалов.

⁹ URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Венгерский_алгоритм.

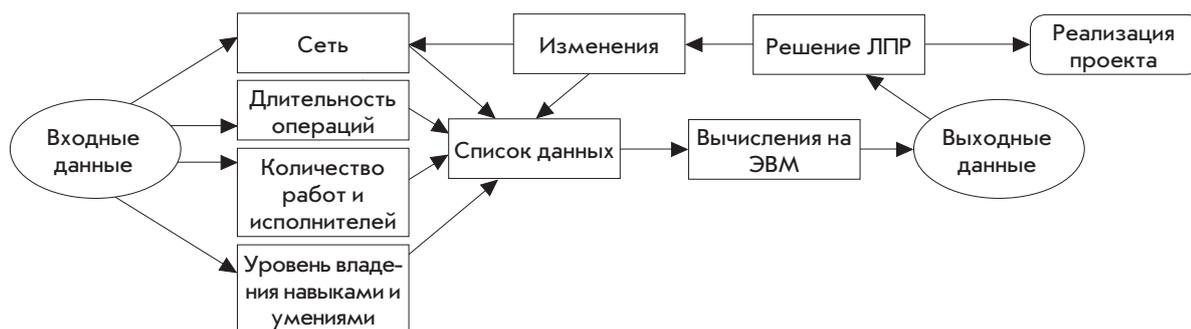


Рис. 3. Алгоритм работы с СППР

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шитова М.В. Структура системы поддержки принятия решений при разработке программных продуктов / М.В. Шитова, С.С. Ованесян. — DOI 10.17150/2713-1734.2021.3(4). — EDN KNXCOM // System Analysis & Mathematical Modeling. — 2021. — Т. 3, № 4. — С. 258–269.
2. Себякин А.Г. Искусственный интеллект в криминалистике: система поддержки принятия решений / А.Г. Себякин. — DOI 10.17150/2411-6262. 2019.10(4).21. — EDN CCPFIH // Baikal Research Journal. — 2019. — Т. 10, № 4. — С. 21–31.
3. Хитрова Т.И. Автоматизированная система поддержки принятия решений как инструмент оценки факта страхового мошенничества / Т.И. Хитрова. — DOI 10.17150/2500-2759.2017.27(2).286–291. — EDN YQQONV // Известия Байкальского государственного университета. — 2017. — Т. 27, № 2. — С. 286–291.

4. Виноградова Е.Ю. Методология создания и внедрения интеллектуальной информационной системы / Е.Ю. Виноградова. — EDN NPNWZV // *Baikal Research Journal*. — 2012. — № 3. — URL: <http://brj-bguerp.ru/reader/article.aspx?id=13609>.
5. Тютюнников Н.Н. Оценка размера создаваемого программного средства с использованием функциональных точек / Н.Н. Тютюнников. — EDN SBILPL // *Перспективы развития информационных технологий*. — 2014. — № 18. — С. 51–57.
6. Липаев В.В. Оценивание количества информации в сложных заказных программных продуктах / В.В. Липаев. — EDN OPPMPN // *Программная инженерия*. — 2012. — № 1. — С. 2–9.
7. Найханова Л.В. Расчет сложности программного продукта методом функциональных точек / Л.В. Найханова, С.В. Дамбаева, М.А. Пыкин. — EDN YPMQOX // *Научные исследования*. — 2017. — Т. 1, № 6 (17). — С. 12–16.
8. Барикаев Е.Н. Методы экспертных оценок / Е.Н. Барикаев, В.З. Черняк. — EDN RSCSIB // *Вестник Московского университета МВД России*. — 2013. — № 12. — С. 184–189.
9. Нащеева А.А. Оценка трудоемкости проекта по созданию программного продукта / А.А. Нащеева, Р.Д. Гутгарц. — EDN OKBJJV // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. — 2011. — № 11 (58). — С. 249–252.
10. Корнилова А.Ю. Проблемы применения методов экспертных оценок в процессе экономического прогнозирования развития предприятия / А.Ю. Корнилова, Т.Ф. Палей. — EDN NBLGQH // *Проблемы современной экономики*. — 2010. — № 3 (35). — С. 124–128.
11. Управление проектами : учебник / А.И. Балашов, Е.М. Рогова, М.В. Тихонова, Е.А. Ткаченко ; под ред. Е.В. Роговой. — Москва : Юрайт, 2013. — 193 с.
12. Зайцев М.Г. Методы оптимизации управления для менеджеров / М.Г. Зайцев. — Москва, 2008. — 302 с.
13. Царькова Е.В. Методы управления проектами в условиях информационной неопределенности / Е.В. Царькова. — EDN VNTVQO // *Правовая информатика*. — 2019. — № 4. — С. 29–39.
14. Абдулкаримов Ш.Н. Сравнительный анализ метода критического пути и метода критической цепи / Ш.Н. Абдулкаримов. — EDN WFJYSB // *Научный журнал*. — 2016. — № 7 (8). — С. 58–59.
15. Кофман А. Сетевые методы планирования: применение системы ПЕПТ и ее разновидностей при управлении производственными и научно-исследовательскими проектами / А. Кофман, Г. Дебазей. — Москва : Прогресс, 1968. — 183 с.
16. Солдатова О.П. Применение нейронных сетей для решения задач прогнозирования / О.П. Солдатова, В.В. Семенов // *Исследовано в России*. — URL: <http://elibrary.lt/resursai/Uzsienio%20leidiniai/MFTI/2006/136.pdf>.

REFERENCES

1. Shitova M.V., Ovanesyan S.S. Structure of the Decision Support System in the Development of Software Products. *System Analysis & Mathematical Modeling*, 2021, vol. 3, no. 4, pp. 258–269. (In Russian). EDN: KNXCOM. DOI: 10.17150/2713-1734.2021.3(4).
2. Sebyakin A.G. Artificial Intelligence in Criminalistics: System of Decision-Making Support. *Baikal Research Journal*, 2019, vol. 10, no. 4, pp. 21–31. (In Russian). EDN: CCPFIH. DOI: 10.17150/2411-6262.2019.10(4).21.
3. Khitrova T.I. Automated Decision Support System as an Instrument of Insurance Fraud Assessment. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2017, vol. 27, no. 2, pp. 286–291. (In Russian). EDN: YQQONV. DOI: 10.17150/2500-2759.2017.27(2).286-291.
4. Vinogradova E.Yu. Methodology of Creation and Introduction of Intellectual Information System. *Baikal Research Journal*, 2012, no. 3. (In Russian). EDN: NPNWZV.
5. Tyutyunnikov N.N. Estimating the size of the original cosmetic product using function points. *Perspektivy razvitiya informatsionnykh tekhnologii = Prospects for the development of information technologies*, 2014, no. 18, pp. 51–57. (In Russian). EDN: SBILPL.
6. Lipaev V.V. Estimation of Quantity of the Information in Difficult Custom-Made Software Products. *Programmnyaya inzheneriya = Software Engineering*, 2012, no. 1, pp. 2–9. (In Russian). EDN: OPPMPN.
7. Naikhanova L.V., Dambaeva S.V., Pykin M.A. Calculation of the complexity of a software product by the method of function points. *Nauchnye issledovaniya = Scientific Researches*, 2017, vol. 1, no. 6, pp. 12–16. (In Russian). EDN: YPMQOX.
8. Barikaev E.N., Chernyak V.Z. Methods of Expert Evaluation. *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii = Bulletin of Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*, 2013, no. 12, pp. 184–189. (In Russian). EDN: RSCSIB.
9. Nashchaeva A.A., Gutgarts R.D. Estimation of Labour-Intensiveness of a Project on Software Product Creation. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University*, 2011, no. 11, pp. 249–252. (In Russian). EDN: OKBJJV.
10. Kornilova A.Yu., Palei T.F. Problems Related to Application of Expert Evaluation Methods the Process of Economic Forecasting of the Development of an Enterprise. *Problemy sovremennoi ekonomiki = Problems of Modern Economics*, 2010, no. 3, pp. 124–128. (In Russian). EDN: NBLGQH.
11. Balashov A.I., Rogova E.M., Tikhonova M.V., Tkachenko E.A.; Rogova E.M. (ed.). *Project management*. Moscow, Yurait Publ., 2013. 193 p.
12. Zaitsev M.G. *Management optimization methods for managers*. Moscow, 2008. 302 p.
13. Tsarkova E.V. Methods of Project Management in Conditions of Information Uncertainty. *Pravovaya kul'tura = The Legal Culture*, 2019, no. 4, pp. 29–39. (In Russian). EDN: VNTVQO.

14. Abdulkarimov Sh.N. Comparative analysis of the critical path method and the critical chain method. *Nauchnyi zhurnal = Scientific Journal*, 2016, no. 7, pp. 58–59. (In Russian). EDN: WFJYSB.

15. Kaufmann A., Desbazeille G. *La méthode du chemin critique. Application aux programmes de production et d' études de la méthode P.E.R.T. et de ses variantes*. Paris, Dunod, 1964, 170 p. (Russ. ed.: Kaufmann A., Desbazeille G. *The Critical Path Method: Application of the PERT Method and Its Variants to Production Study Programs*. Moscow, Progress Publ., 1968. 183 p.).

16. Soldatova O.P., Semenov V.V. Application of neural networks for solving forecasting problems. *Issledovano v Rossii = Research done in Russia*. Available at: <http://elibrary.lt/resursai/Uzsienio%20leidiniai/MFTI/2006/136.pdf>. (In Russian).

Информация об авторах

Ованесян Сергей Суренович — доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: ovanesyanss@bgu.ru, SPIN-код: 6053-8160, AuthorID РИНЦ: 516740.

Шитова Милена Витальевна — магистрант, кафедра математических методов и цифровых технологий, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: shitova_1998@list.ru, SPIN-код: 6445-3228, AuthorID РИНЦ: 1123016.

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования

Ованесян С.С. Содержание системы поддержки принятия решений для оценки трудоемкости разработки программных продуктов в условиях неопределенности / С.С. Ованесян, М.В. Шитова. — DOI 10.17150/2500-2759.2022.32(3).562-569. — EDN YVTFVM // Известия Байкальского государственного университета. — 2022. — Т. 32, № 3. — С. 562–569.

Authors

Sergey S. Ovanesyan — D.Sc. in Economics, Professor, Head of the Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: ovanesyanss@bgu.ru, SPIN-Code: 6053-8160, AuthorID RSCI: 516740.

Milena V. Shitova — Master's Degree Student, Department of Mathematical Methods and Digital Technologies, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: shitova_1998@list.ru, SPIN-Code: 6445-3228, AuthorID RSCI: 1123016.

Contribution of the Authors

The authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

For Citation

Ovanesyan S.S., Shitova M.V. The Content of the Decision Support System for Assessing the Labor Intensity of the Development of Software Products Under Uncertainty. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2022, vol. 32, no. 3, pp. 562–569. (In Russian). EDN: YVTFVM. DOI: 10.17150/2500-2759.2022.32(3).562-569.