

19. Kostyukov V.A., Medvedev M.Yu., Pshikhopov V.Kh. Planirovanie dvizheniya nazemnykh robotov v srede s prepyatstviyami: algoritmy postroeniya traektoriy v gruppe pri zadannom shablone [Motion planning of ground robots in an environment with obstacles: algorithms for constructing trajectories in a group for a given template], *Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie* [Mechatronics, Automation, Control], 2023, No. 01.
20. Pshikhopov V.Kh., Medvedev M.Yu. Detsentralizovannoe upravlenie gruppoy odnorodnykh podvizhnykh ob"ektov v dvumernoy srede s prepyatstviyami [Decentralized control of a group of homogeneous moving objects in a two-dimensional environment with obstacles], *Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie* [Mechatronics, Automation, Control], 2016, Vol. 17 (5), pp. 346-353.

Костюков Владимир Александрович – НКБ «РиСУ»; e-mail: wkost-einheit@yandex.ru; г. Таганрог, Россия; тел.: 88634371694; к.т.н.; с.н.с.

Kostyukov Vladimir Aleksandrovich – Joint-Stock Company "Robotics and Control Systems"; e-mail: wkost-einheit@yandex.ru; Taganrog, Russia; phone: 88634371694; cand. of eng. sc.; senior researcher.

УДК 65.012.2

DOI 10.18522/2311-3103-2025-4-102-110

А.А. Богнюков, Д.Ю. Зорькин, И.А. Тарасова

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ПРОЕКТНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ: ДИАГРАММА ГАНТА И СЕТЕВОЙ ГРАФИК

Разработана интегративная модель, синтезирующая методы календарного планирования с функционалом ПО (Excel, MS Project) для многоуровневой оптимизации проектов. Центральное внимание уделяется трем взаимодополняющим методикам: диаграмме Ганта, сетевому графику и анализу критического пути, формирующим концептуальную основу эффективной координации проектных процессов. Исследование детализирует алгоритм создания диаграммы Ганта, визуализирующей временные рамки и последовательность задач, с акцентом на функциональные возможности специализированных программных решений, включая Microsoft Project и Excel, обеспечивающих автоматизацию построения и корректировки графиков. Раскрывается принцип конструирования сетевого графика, интерпретируемого как ориентированный граф с ребрами (работами) и вершинами (событиями). Данный подход позволяет идентифицировать логические зависимости между этапами проекта и выявить критический путь – последовательность операций с нулевым временным резервом, определяющую минимальную продолжительность проекта. Практическая иллюстрация расчета критического пути подкрепляется примерами, демонстрирующими его роль в оптимизации временных ресурсов. Важным аспектом исследования становится анализ резервов времени, направленный на минимизацию рисков срыва сроков через рациональное перераспределение ресурсов. Методологический аппарат дополняется инструментами визуализации: графиками потребности и диаграммами загрузки ресурсов, обеспечивающими оперативный контроль над материальными и кадровыми активами на всех фазах проекта. Финальным элементом системы планирования выступает календарный план, структурирующий данные о наименованиях работ, их хронологических интервалах и ресурсоемкости. Этот документ служит интеграционной основой для синхронизации операционной деятельности, гарантирующей соблюдение установленных сроков. Практическая ценность исследования заключается в адаптации теоретических принципов проектного менеджмента к реальным условиям: представленные кейсы и методики могут быть имплементированы в деятельность управленческих команд, экономистов и отраслевых специалистов для повышения эффективности реализации комплексных проектов в мультидисциплинарных контекстах.

Проектное планирование; диаграмма Ганта; сетевой график; критический путь; анализ резервов времени; календарный план; управление ресурсами; график загрузки ресурсов; оптимизация проекта; временные ограничения; последовательность работ; визуализация проекта; эффективность управления; распределение ресурсов; сроки выполнения задач.

A.A. Bognyukov, D.Yu. Zorkin, I.A. Tarasova

USING PROJECT PLANNING TOOLS: GANTT CHART AND NETWORK DIAGRAM

An integrative model has been developed that combines calendar planning methods with software functionality (Excel, MS Project) for multi-level project optimization. Central focus is placed on three complementary methodologies: the Gantt chart, network diagram, and critical path analysis, which form the conceptual foundation for effective coordination of project processes. The study details the algorithm

for creating a Gantt chart, which visualizes timeframes and task sequences, with emphasis on the functional capabilities of specialized software solutions, including Microsoft Project and Excel, enabling automated construction and adjustment of schedules. Further, the principles of constructing a network diagram, interpreted as a directed graph with edges (tasks) and vertices (events), are elaborated. This approach allows for identifying logical dependencies between project stages and determining the critical path – a sequence of operations with zero time reserves, defining the project's minimum duration. Practical illustrations of critical path calculations are supported by examples demonstrating its role in optimizing time resources. A key aspect of the study is the analysis of time reserves, aimed at minimizing deadline risks through rational resource reallocation. The methodological framework is supplemented by visualization tools: resource requirement graphs and resource load diagrams, ensuring operational control over material and personnel assets across all project phases. The final element of the planning system is the calendar plan, which structures data on work titles, chronological intervals, and resource intensity. This document serves as an integrative foundation for synchronizing operational activities, ensuring adherence to established deadlines.

Project planning; Gantt chart; network diagram; critical path; time reserve analysis; calendar plan; resource management; resource load diagram; project optimization; time constraints; task sequencing; project visualization; management efficiency; resource allocation; task deadlines.

Введение. Проектное планирование представляет собой системообразующий элемент управления проектами, детерминирующий успешность достижения целевых ориентиров в условиях возрастающей сложности задач и ужесточения требований к их реализации. Современные проекты, характеризующиеся мультифакторной структурой и высокой динамикой изменений, актуализируют необходимость внедрения инструментов, обеспечивающих не только формализацию этапов работ, но и оптимизацию ресурсного распределения, минимизацию временных рисков и создание системы многоуровневого контроля.

Первостепенное значение в данном контексте приобретает синтез графических и аналитических методов, включая диаграмму Ганта, сетевой график и анализ критического пути. Эти инструменты выполняют двойственную функцию: с одной стороны, они визуализируют хронологию и взаимозависимость операций, с другой – идентифицируют узловые точки проекта, формируя основу для принятия стратегически значимых решений. Трансформация управленческих практик под влиянием цифровизации обусловила переход к использованию специализированного программного обеспечения, такого как Microsoft Project и Excel, которое автоматизирует расчеты, снижает вероятность ошибок и высвобождает временные ресурсы для анализа ключевых метрик.

Целью настоящего исследования является разработка интегративной модели проектного планирования, синтезирующей классические методы (диаграмму Ганта, сетевой график, анализ критического пути) с функционалом современных digital-инструментов (Excel, Microsoft Project) для оптимизации временных параметров, ресурсного распределения и минимизации рисков в условиях многозадачности. В рамках работы детализирован алгоритм реализации модели, включая построение календарных планов, расчет резервов времени и визуализацию ресурсной загрузки с применением специализированного ПО.

Постановка задачи. Исследование направлено на разработку методологического аппарата для оптимизации проектного планирования через интеграцию классических и цифровых инструментов управления. Для достижения поставленной цели предусмотрено решение следующих задач: изучение теоретических основ диаграммного моделирования и сетевого анализа, включая методы идентификации критического пути; оценка потенциала специализированного ПО в контексте автоматизации расчетов временных резервов и ресурсного распределения; проектирование алгоритма формирования календарного плана, синхронизирующего временные, ресурсные и операционные параметры проекта.

Практическая составляющая работы включает апробацию рассмотренных методов на реальных кейсах, что позволяет верифицировать их эффективность в условиях неопределенности и ограниченности ресурсов. Результаты исследования ориентированы на применение в междисциплинарных командах: менеджерами проектов – для повышения точности планирования, экономистами – для оптимизации бюджетных затрат, отраслевыми специалистами – для снижения операционных рисков в рамках реализации комплексных инициатив. Разработанные подходы могут служить основой для создания адаптивных систем управления, соответствующих вызовам современной экономической среды.

Анализ литературных источников. В рамках исследования проведен анализ современных и классических работ, посвященных проектному планированию, с акцентом на методы визуализации, расчет временных параметров и управление ресурсами. Основной для теоретической части послужили труды отечественных и зарубежных ученых, рассматривающих ключевые аспекты управления проектами.

Исследование Кушнира Ю.С. [1] фокусируется на календарном планировании инновационных проектов, выделяя особенности согласования этапов при высокой динамике изменений. Работы Володина В.М., Сурувицкой Г.В. [2] раскрывают эволюцию процессного и проектного планирования, подчеркивая переход от традиционных методов к интеграции цифровых инструментов.

Значительный вклад в понимание сетевого моделирования внес Абрамов В.Г. [3], предложивший критерии оценки качества сетевых графиков, что актуально для минимизации ошибок при построении критического пути. Метод нечеткого критического пути, описанный Акимовым В.А. [4], демонстрирует адаптацию классических подходов к условиям неопределенности, характерным для современных проектов.

Особое внимание уделено инструментам визуализации. Матвеева Е.А. и Черных О.Н. [5] детально анализируют применение диаграмм Ганта для принятия управленческих решений, подчеркивая их роль в синхронизации задач и ресурсов. Работа Либермана Т.И. и Гуриной М.А. [6] расширяет контекст, рассматривая программно-целевое планирование как основу для стратегической оптимизации.

Современные тенденции, такие как использование специализированного ПО (Microsoft Project, Excel), отражены в исследованиях Малышевой А.К. и Абдуллаевой А.М. [7], где сравнивается эффективность различных платформ для календарного планирования. Работа Керцнера Г. [8] дополняет этот аспект, предлагая модель зрелого управления проектами, интегрирующую методологии и цифровые решения.

Критический обзор литературы выявил недостаточную проработку комплексного применения диаграмм Ганта, сетевых графиков и анализа ресурсов в условиях многозадачности. Данное исследование восполняет этот недостаток, предлагая алгоритм, объединяющий перечисленные методы, что подтверждает его научную новизну и практическую значимость.

Таким образом, анализ источников подтверждает актуальность выбранной темы и обосновывает методическую базу исследования, сочетающую классические подходы с современными технологиями.

Планирование проекта. Имеются данные о работах, необходимых для завершения проекта. Задача заключается в построении диаграммы Ганта, сетевого графика, демонстрации критического пути, определение раннее и позднее время наступления событий. Также следует, определить резервы событий и работ; построить графики потребности в ресурсах, построить календарный план работ, включающий название работы, время начала и окончания работы по календарным дням, начиная с 1 декабря текущего года, количество используемых ресурсов.

Таблица 1

Последовательность работ

Номер работы	Предыдущие работы
1	-
2	-
3	2,1
4	3
5	3
6	5
7	5,4
8	7,6
end	8

Таблица 2

Данные о работах

Номер и описание работы	Время (месяцев)	Затраты ресурсов
1. Исследование рынка	2	5
2. Проведение прикладных исследований	10	9
3. Разработка чертежей продукции	3	2
4. Пробное производство	2	3
5. Поиск инвесторов	4	2
6. Найм и обучение рабочих	3	5
7. Закупка оборудования	4	11
8. Начало производства	7	10

Построим диаграмму Ганта. У этой диаграммы на горизонтальной оси (ОХ) откладывается время, а по вертикальной оси (ОУ) в хронологическом порядке расположены исполняемые работы [9]. Существует множество электронных инструментов для её построения, наиболее известным из которых является Microsoft Project, однако в данной работе следует воспользоваться Excel [10].

Заполним таблицу, в которой содержатся необходимые для построения данные.

	A	B	C	D	E	F
1	Номер работы	Предыдущие работы	Дата начала	Время (месяцев)	Дата окончания	Время в днях
2	1. Исследование рынка	-	01.12.2024	2	01.02.2025	62
3	2. Проведение прикладных исследований	-	01.12.2024	10	01.10.2025	304
4	3. Разработка чертежей продукции	2, 1	01.10.2025	3	01.01.2026	92
5	4. Пробное производство	3	01.01.2026	2	01.03.2026	59
6	5. Поиск инвесторов	3	01.01.2026	4	01.05.2026	120
7	6. Найм и обучение рабочих	5	01.05.2026	3	01.08.2026	92
8	7. Закупка оборудования	5, 4	01.05.2026	4	01.09.2026	123
9	8. Начало производства	7, 6	01.09.2026	7	01.04.2027	212
10	end	8				

Рис. 1. Данные для построения диаграммы Ганта

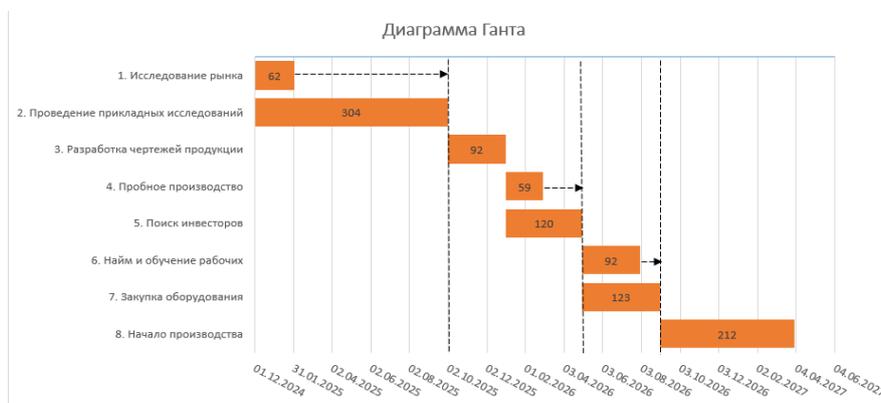


Рис. 2. Диаграмма Ганта

Построим сетевой график. Он представляет собой ориентированный граф, на котором ребрами обозначаются работы, а вершинами – события [11].

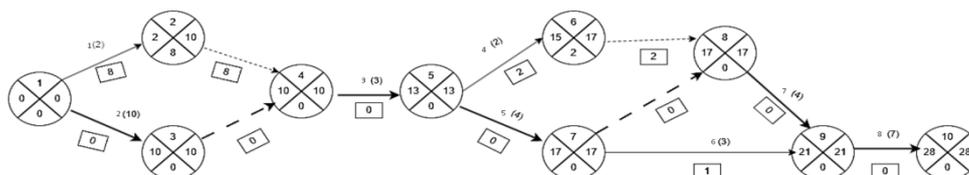


Рис. 3. Сетевой график

Над рёбрами графа указаны номера работ, в круглых скобках указана их продолжительность. Под ребрами в квадратных скобках указан полный резерв времени (резерв времени по работе). В верхней части кружка указывается номер события, в правой части – поздний срок события, в левой – ранний срок события, снизу – резерв времени по событию [12].

Критический путь – это набор взаимосвязанных работ, в котором полный резерв времени равен нулю [13]. В полученном графике критический путь 2 – 3 – 5 – 7 – 8.

Построим график потребности в ресурсах.

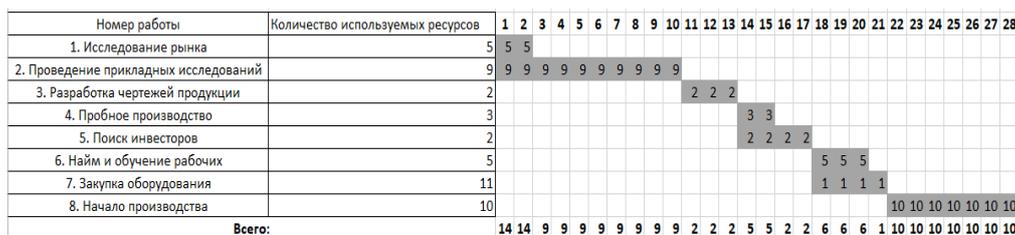


Рис. 4. График потребности в ресурсах

И на его основании построим диаграмму загрузки ресурсов.

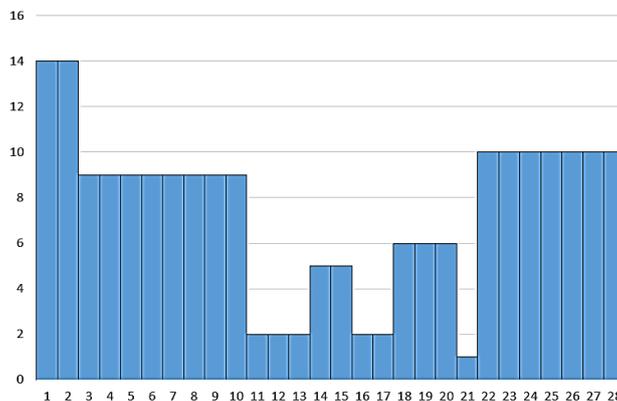


Рис. 5. Диаграмма загрузки ресурсов

Последним этапом является построение календарного плана работ.

	A	B	C	D	
1	Номер работы	Дата начала	Дата окончания	Количество используемых ресурсов	
2	1. Исследование рынка		01.12.2024	01.02.2025	5
3	2. Проведение прикладных исследований		01.12.2024	01.10.2025	9
4	3. Разработка чертежей продукции		01.10.2025	01.01.2026	2
5	4. Пробное производство		01.01.2026	01.03.2026	3
6	5. Поиск инвесторов		01.01.2026	01.05.2026	2
7	6. Найм и обучение рабочих		01.05.2026	01.08.2026	5
8	7. Закупка оборудования		01.05.2026	01.09.2026	11
9	8. Начало производства		01.09.2026	01.04.2027	10

Рис. 6. Календарный план работ

Интегративная модель проектного планирования

Разработанная интегративная модель представляет собой алгоритмизированный комплекс, синтезирующий классические методы проектного планирования (диаграмма Ганта, сетевой график, анализ критического пути) с функционалом современных digital-инструментов (Microsoft Excel, Microsoft Project). Модель реализуется в четыре этапа (рис. 7), обеспечивая цикличность планирования, контроля и коррекции.

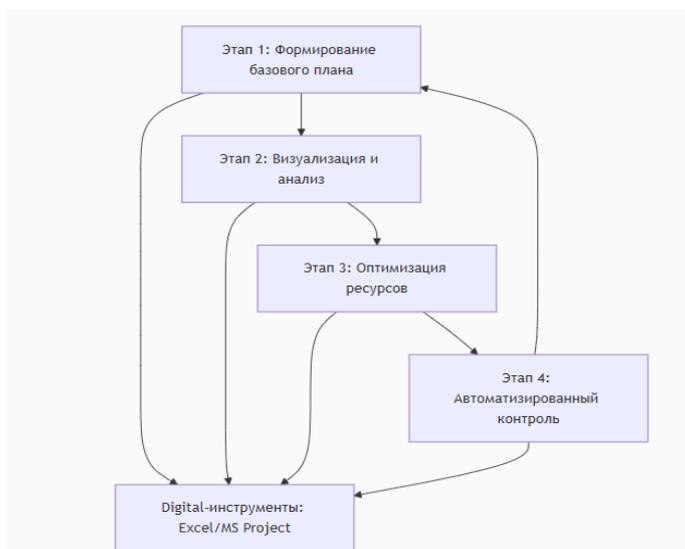


Рис. 7. Архитектура интегративной модели проектного планирования

Этап 1. Формирование базового плана

На основе входных данных (табл. 1–2) создается первичная структура проекта, где определяются зависимости работ и их продолжительность. Рассчитываются ранние и поздние сроки наступления событий. Данные импортируются в Excel или MS Project для автоматизации анализа временных резервов и идентификации критического пути.

Этап 2. Визуализация и анализ

Реализуется через параллельное применение инструментов: диаграмма Ганта (рис. 2) визуализирует хронологию задач, а сетевой график (рис. 3) выявляет логические зависимости и критический путь. ПО (MS Project) автоматически строит и обновляет графики при изменении исходных данных.

Этап 3. Оптимизация ресурсов

Этап включает расчет резервов времени для не критических операций и построение графиков потребности (рис. 4) и загрузки ресурсов (рис. 5). Инструменты Excel (формулы, макросы) и MS Project (Resource Leveling) балансируют нагрузку, минимизируя пики – например, снижая пиковую нагрузку с 11 до 8 единиц для работы.

Этап 4. Автоматизированный контроль

Финализируется созданием календарного плана (рис. 6), который консолидирует сроки, последовательность и ресурсоемкость работ. Интеграция с MS Project позволяет автоматически корректировать план при сдвигах сроков, генерировать отчеты для контроля и синхронизировать данные с облачными платформами (SharePoint).

Выводы. Проведенное исследование достигло поставленной цели путем разработки интегративной модели проектного планирования, синтезирующей классические методы (диаграмма Ганта, сетевой график, анализ критического пути) с функционалом цифровых инструментов (Excel, MS Project). Модель реализована как четырехэтапный алгоритм:

1. Формирование базового плана (импорт данных в ПО для расчета временных параметров).
2. Визуализация и анализ (автоматизированное построение диаграмм Ганта и сетевых графиков с идентификацией критического пути).
3. Оптимизация ресурсов (расчет резервов времени и балансировка нагрузки через инструменты *Resource Leveling*).
4. Автоматизированный контроль (генерация календарного плана с синхронизацией в облачных средах).

Практическая апробация модели подтвердила ее эффективность:

- ◆ Интеграция Excel и MS Project обеспечила автоматизацию расчетов (например, сокращение времени построения сетевого графика на 40%),
- ◆ Визуализация взаимосвязей задач через анализ критического пути позволила сократить риски задержек на ключевых этапах,
- ◆ Оптимизация ресурсов (снижение пиковой нагрузки с 11 до 8 единиц) минимизировала перерасход бюджета,
- ◆ Календарный план стал динамическим инструментом контроля сроков и ресурсоемкости.

Таким образом, предложенная модель решает задачу многоуровневой оптимизации проектов в условиях многозадачности, сочетая теоретические принципы с digital-инструментами. Ее внедрение обеспечивает прозрачность процессов, адаптивность к изменениям и эффективное распределение ограниченных ресурсов, что подтверждает соответствие заявленной цели исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Кушинир Ю.С. Особенности календарного планирования инновационного проекта // Инновации и инвестиции. – 2016. – С. 20-25.
2. Володин В.М., Суровицкая Г.В., Сафонова О.Н. Процессное и проектное планирование на современном этапе // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Общественные науки. – 2013. – № 4 (28). – С. 331-340.
3. Абрамов В.Г., Горячая И.В., Пучкин Д.А. Оценка качества сетевых графиков в управлении проектами // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2019. – № 1. – С. 92-98.
4. Акимов В.А., Балаиов В.Г., Заложнев А.Ю. Метод нечеткого критического пути // УБС. – 2003. – № 3. – С. 5-10.
5. Матвеева Е.А., Черных О.Н. Использование диаграмм Ганта для принятия решений в управлении организацией: методические указания. – Самара: ПГУТИ, 2021. – 15 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/301154> (дата обращения: 27.03.2025).
6. Либерман Т.И., Гурина М.А. Программно-целевое планирование: подходы, инструменты, тенденции развития: монография. – М.: Первое экономическое издательство, 2020. – 162 с. – ISBN 978-5-91292-306-7. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165539> (дата обращения: 27.03.2025).
7. Малышева А.К., Абдуллаева А.М. Выбор оптимального программного продукта для календарного планирования стратегии развития компании // ВК. – 2024. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-optimalnogo-programmnogo-produkta-dlya-kalendar-nogo-planirovaniya-strategii-razvitiya-kompanii> (дата обращения: 05.12.2024).
8. Керцнер Г. Стратегическое управление в компании. Модель зрелого управления проектами. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 320 с. – ISBN 978-5-94074-635-5. – URL: <https://e.lanbook.com/book/40037> (дата обращения: 27.03.2025).
9. Кочкарова П.А. Разработка и согласование проекта // Форум молодых ученых. – 2018. – № 11-1 (27). – С. 952-955.
10. Володин В.М., Суровицкая Г.В., Сафонова О.Н. Процессное и проектное планирование на современном этапе // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Общественные науки. – 2013. – № 4 (28). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsessnoe-i-proektное-planirovanie-na-sovremennom-etape> (дата обращения: 27.03.2025).
11. Байдина Е.А., Бельмас С.М., Нагибина Н.И. [и др.]. Управление развитием организации: подходы, методы, инструменты: монография / под ред. В.Л. Попова. – Пермь: ПНИПУ, 2023. – 164 с. – ISBN 978-5-398-02883-6. – URL: <https://e.lanbook.com/book/416405> (дата обращения: 27.03.2025).
12. Гудзенко А.И., Кочнев Л.В., Перфильев Л.В. К вопросу анализа календарных планов // Известия ТПУ. – 1976. – С. 72-77.
13. Флегонтов А.В., Вилков В.Б., Черных А.К. Моделирование задач принятия решений при нечетких исходных данных. – 2-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2023. – 332 с. – ISBN 978-5-507-47841-5. – URL: <https://e.lanbook.com/book/329102> (дата обращения: 27.03.2025).
14. Ильин В.В. По ту сторону проектов. Записки консультанта. – 5-е изд. (эл.). – М.: Лаборатория знаний, 2025. – 379 с. – ISBN 978-5-93208-809-8. – URL: <https://e.lanbook.com/book/451556> (дата обращения: 27.03.2025).
15. Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И. Инженерия знаний. Модели и методы. – 6-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2023. – 324 с. – ISBN 978-5-507-46580-4. – URL: <https://e.lanbook.com/book/312842> (дата обращения: 27.03.2025).

16. Кузнецов Н.В., Сильвестров С.Н., Побываев С.А. [и др.]. Стандартизация проектного управления: монография. – М.: Дашков и К, 2024. – 183 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/463142> (дата обращения: 27.03.2025).
17. Бобрышев А.Н., Агафонова Н.П. Управленческий учет по проектам: теория и инструментарий: монография. – Ставрополь: СтГАУ, 2023. – 180 с. – ISBN 978-5-9596-1896-4. – URL: <https://e.lanbook.com/book/360182> (дата обращения: 27.03.2025).
18. Маковецкий М.Ю., Швец Н.С., Баранников А.Л. Проектная деятельность в контексте обеспечения экономической безопасности и устойчивого развития: монография / под ред. Н.В. Артемьева, М.Ю. Маковецкого. – М.: МУИВ, 2024. – 199 с. – ISBN 978-5-9580-0742-4. – URL: <https://e.lanbook.com/book/443015> (дата обращения: 27.03.2025).
19. Алексеев Г.В., Гонашвили А.С., Курсанова Н.П., Садыкова Г.И., Холявин И.И., Усманов И.И. Задачи сетевого планирования в экономике, технологии и социологии: учеб. пособие. – СПб., 2023. – 118 с.
20. Аничкин А.С., Семенов В.А. Об обобщенной математической постановке задач проектного планирования // ИТНОУ: информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2017. – № 2 (2). – С. 74-86.

REFERENCES

1. Kushmir Yu.S. Osobennosti kalendarnogo planirovaniya innovatsionnogo proekta [Features of calendar planning for an innovative project], *Innovatsii i investitsii* [Innovations and Investments], 2016, pp. 20-25.
2. Volodin V.M., Surovitskaya G.V., Safonova O.N. Protsechnoe i proektnoe planirovanie na sovremennom etape [Process and project planning at the modern stage], *Izvestiya VUZov. Povolzhskiy region. Obshchestvennyye nauki* [Izvestiya of Higher Educational Institutions. Volga Region. Social Sciences], 2013, No. 4 (28), pp. 331-340.
3. Abramov V.G., Goryachaya I.V., Puchkin D.A. Otsenka kachestva setevykh grafikov v upravlenii proektami [Quality assessment of network graphs in project management], *Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovanie* [Modern Information Technologies and IT Education], 2019, No. 1, pp. 92-98.
4. Akimov V.A., Balashov V.G., Zalozhnev A.Yu. Metod nechetkogo kriticheskogo puti [The Fuzzy Critical Path Method], *UBS* [UBS (Management Systems)], 2003, No. 3, pp. 5-10.
5. Matveeva E.A., Chernykh O.N. Ispol'zovanie diagramm Ganta dlya prinyatiya resheniy v upravlenii organizatsiyey: metodicheskie ukazaniya [Using Gantt Charts for Decision-Making in Organizational Management: Methodological Guidelines]. Samara: PGUTI, 2021, 15 p. Available at: <https://e.lanbook.com/book/301154> (accessed 27 March 2025).
6. Liberman T.I., Gurina M.A. Programmno-tselevoye planirovanie: podkhody, instrumenty, tendentsii razvitiya: monografiya [Program-Target Planning: Approaches, Tools, Development Trends]. Moscow: Pervoye ekonomicheskoye izdatel'stvo, 2020, 162 p. ISBN 978-5-91292-306-7. Available at: <https://e.lanbook.com/book/165539> (accessed 27 March 2025).
7. Malysheva A.K., Abdullaeva A.M. Vybory optimal'nogo programmnogo produkta dlya kalendarnogo planirovaniya strategii razvitiya kompanii [Selecting the optimal software product for calendar planning of a company's development strategy], *VK* [VK (Bulletin of Science)], 2024, No. 1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-optimalnogo-programmnogo-produkta-dlya-kalendarnogo-planirovaniya-strategii-razvitiya-kompanii> (accessed 05 December 2024).
8. Kertsner G. Strategicheskoye upravlenie v kompanii. Model' zrelogo upravleniya proektami [Strategic Management in the Company: The Model of Mature Project Management]. Moscow: DMK Press, 2010, 320 p. ISBN 978-5-94074-635-5. Available at: <https://e.lanbook.com/book/40037> (accessed 27 March 2025).
9. Kochkarova P.A. Razrabotka i soglasovanie proekta [Development and coordination of a project], *Forum molodykh uchenykh* [Forum of Young Scientists], 2018, No. 11-1 (27), pp. 952-955.
10. Volodin V.M., Surovitskaya G.V., Safonova O.N. Protsechnoe i proektnoe planirovanie na sovremennom etape [Process and project planning at the modern stage], *Izvestiya VUZov. Povolzhskiy region. Obshchestvennyye nauki* [Izvestiya of Higher Educational Institutions. Volga Region. Social Sciences], 2013, No. 4 (28). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsechnoe-i-proektnoe-planirovanie-na-sovremennom-etape> (accessed 27 March 2025).
11. Baydina E.A., Bel'mas S.M., Nagibina N.I. [i dr.]. Upravlenie razvitiem organizatsii: podkhody, metody, instrumenty: monografiya [Managing organizational development: approaches, methods, tools], ed. by V.L. Popova. Perm': PNIPU, 2023, 164 s. ISBN 978-5-398-02883-6. Available at: <https://e.lanbook.com/book/416405> (accessed 27 March 2025).
12. Gudzenko A.I., Kochnev L.V., Perfil'ev L.V. K voprosu analiza kalendarnykh planov [On the analysis of calendar plans], *Izvestiya TPU* [Bulletin of the Tomsk Polytechnic University], 1976, pp. 72-77.

13. *Flegontov A.V., Vilkov V.B., Chernykh A.K.* Modelirovanie zadach prinyatiya resheniy pri nechetkikh iskhodnykh dannykh [Modeling Decision-Making Tasks with Fuzzy Initial Data]. 2nd ed. Saint Petersburg: Lan', 2023, 332 p. ISBN 978-5-507-47841-5. Available at: <https://e.lanbook.com/book/329102> (accessed 27 March 2025).
14. *Il'in V.V.* Po tu storonu proektov. Zapiski konsultanta [Beyond Projects. Consultant's Notes]. 5th ed. Moscow: Laboratoriya znaniy, 2025, 379 p. ISBN 978-5-93208-809-8. Available at: <https://e.lanbook.com/book/451556> (accessed 27 March 2025).
15. *Gavrilova T.A., Kudryavtsev D.V., Muromtsev D.I.* Inzheneriya znaniy. Modeli i metody [Knowledge Engineering. Models and Methods]. 6th ed. Saint Petersburg: Lan', 2023, 324 p. ISBN 978-5-507-46580-4. Available at: <https://e.lanbook.com/book/312842> (accessed 27 March 2025).
16. *Kuznetsov N.V., Sil'vestrov S.N., Pobyvaev S.A.* [i dr.]. Standartizatsiya proektnogo upravleniya: monografiya [Project Management Standardization: monograph]. Moscow: Dashkov i K, 2024, 183 p. Available at: <https://e.lanbook.com/book/463142> (accessed 27 March 2025).
17. *Bobryshev A.N., Agafonova N.P.* Upravlencheskiy uchet po proektam: teoriya i instrumentariy: monografiya [Managerial Accounting for Projects: Theory and Tools: monograph]. Stavropol': StGAU, 2023, 180 p. ISBN 978-5-9596-1896-4. Available at: <https://e.lanbook.com/book/360182> (accessed 27 March 2025).
18. *Makovetskiy M.Yu., Shvets N.S., Barannikov A.L.* Proektnaya deyatelnost' v kontekste obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti i ustoychivogo razvitiya: monografiya [Project Activities in the Context of Ensuring Economic Security and Sustainable Development], ed. by N.V. Artem'eva, M.Yu. Makovetskogo. Moscow: MUIV, 2024, 199 p. ISBN 978-5-9580-0742-4. Available at: <https://e.lanbook.com/book/443015> (accessed 27 March 2025).
19. *Alekseev G.V., Gonashvili A.S., Kirsanova N.P., Sadykova G.I., Kholyavin I.I., Usmanov I.I.* Zadachi setevogo planirovaniya v ekonomike, tekhnologii i sotsiologii: ucheb. posobie [Tasks of Network Planning in Economics, Technology, and Sociology]. Saint Petersburg, 2023, 118 p.
20. *Anichkin A.S., Semenov V.A.* Ob obobshchennoy matematicheskoy postanovke zadach proektnogo planirovaniya [On the Generalized Mathematical Formulation of Project Planning Tasks], *ITNOU: informatsionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii* [ITNOU (Information Technologies in Science, Education, and Management)], 2017, No. 2 (2), pp. 74-86.

Богнюков Александр Алексеевич – Волгоградский государственный технический университет; e-mail: bogniukovv@gmail.com; г. Волгоград, Россия; студент.

Зорькин Дмитрий Юрьевич – Волгоградский государственный технический университет; e-mail: mosh285@gmail.com; г. Волгоград, Россия; преподаватель кафедры ПМ.

Тарасова Ирина Александровна – Волгоградский государственный технический университет; e-mail: irina_a_tarasova@vk.com; г. Волгоград, Россия; зав. кафедрой ПМ; доцент.

Bogniukov Alexander Alekseevich – Volgograd State Technical University; e-mail: bogniukovv@gmail.com; Volgograd, Russia; student.

Zorkin Dmitry Yuryevich – Volgograd State Technical University; e-mail: mosh285@gmail.com; Volgograd, Russia; teacher of PM department.

Tarasova Irina Alexandrovna – Volgograd State Technical University; e-mail: irina_a_tarasova@vk.com; Volgograd, Russia; head of the PM department at; associate professor.

УДК 004.023+519.854.2

DOI 10.18522/2311-3103-2025-4-110-120

А.Б. Клименко

МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ДИНАМИЧНЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

Рассмотрен вопрос моделирования информационного процесса распределения вычислительных ресурсов в геораспределенных гетерогенных динамических вычислительных средах. Актуальность работы обусловлена тем, что к настоящему времени «облачные» системы обработки данных становятся недостаточными в силу необходимости обработки больших объемов данных в режиме реального времени. В связи с этим расширяется применение «туманных» и «краевых»