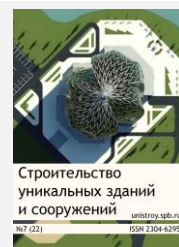




Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Календарное планирование строительства комплекса объектов с учетом особенностей программных средств

О.А. Сергеевкова¹

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет», 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

Информация о статье	История	Ключевые слова
УДК 658.28 Аналитический обзор	Подана в редакцию 14 мая 2014 Принята 23 июня 2014	календарное планирование, инвестиционно-строительный проект, программные пакеты управления проектами, оптимизация, PERT

АННОТАЦИЯ

В настоящее время в Санкт-Петербурге активно применяется метод застройки территории строительными комплексами, при этом осуществляется не только новое строительство, но реконструкция и реставрация объектов. В условиях современного рынка для получения наибольшей выгоды участники строительства все более часто используют современные способы, методы и средства календарного планирования. Следует отметить, что особое внимание уделяется долгосрочному планированию, а именно оптимизации очередности освоения объектов, так как при комплексной застройке этот вопрос является наиболее актуальным. Соответственно существует необходимость в инструментарии, позволяющем решить задачи, появляющиеся у участников строительства.

Целью данного исследования является рассмотрение подходов к календарному планированию строительства комплекса последовательно возводимых или реконструируемых объектов на базе современных программных продуктов. Календарное планирование является основой управления во многих отраслях и стало активно развиваться с возрастанием сложности проектов и с необходимостью в их эффективном осуществлении. При реализации инвестиционно-строительного проекта в зависимости от стадии календарное планирование решает различные задачи. В статье автор рассматривает задачи календарного планирования, в зависимости от стадии проекта, и в соответствии с ними описывает основные функциональные возможности календарного планирования. Автор делает вывод о существовании множества современных способов, методов и средств календарного планирования, которые придают методологии свойство динамичности. Также в рамках исследования проведен анализ основных программных продуктов, позволяющих решать как общие, так и частные задачи календарного планирования, и особенности их применения.

В результате анализа автор делает заключение о том, что из-за специфики каждого проекта есть необходимость в разработке алгоритмов, способных решать специализированные задачи с возможностью их включения в интегрированные системы.

Содержание

Введение	177
Обзор литературы	177
Цель работы	177
Анализ функциональных возможностей современных систем, методов и средств календарного планирования	178
Обзор программного обеспечения календарного планирования	179
Заключение	181

¹

Контактный автор:

+7 (981) 841 3448, utka11632009@gmail.com (Сергеевкова Ольга Александровна, студент)

Введение

В настоящее время в Санкт-Петербурге на практике активно применяется метод застройки территории строительными комплексами [24]. Кроме того, является актуальной застройка центральной части города, часто включающая реконструкцию и реставрацию [40] с приспособлением под жильё или коммерцию уже существующих построек. В современных условиях наблюдается рост конкуренции, поэтому техническому заказчику [56, 57] необходимо эффективно организовывать строительное производство для получения максимальной выгоды при минимальных затратах времени и ресурсов [25, 75, 87]. Кроме того, на сегодняшний день серьёзной проблемой в строительстве является срыв сроков строительства [53, 37, 15, 93]. Это приводит к увеличению затрат по реализации проекта и соответственно к упущенной выгоде участников строительства [4, 13].

Для решения этих задач существует множество современных способов, методов и средств календарного планирования [39, 28, 57, 59, 66, 69].

Строительство комплекса объектов требует долгосрочного планирования, и соответственно появляются задачи формирования долгосрочных строительных потоков включающие в себя вопрос оптимизации очередности освоения объектов строительного потока [8, 1, 95, 96, 61, 62, 81]. Следовательно, существует необходимость в инструментарии, позволяющем выбрать оптимальную очередность строительства, при этом устойчивую к возмущающим факторам [64, 65, 72, 38, 93].

В настоящий момент этот вопрос решается лишь на уровне методологических основ, имеющих довольно общий характер. Поэтому есть необходимость в решении задачи, ориентированной на современную инструментальную основу календарного планирования.

Обзор литературы

Значительный вклад в постановке и решении задач в области организации, планирования и управления строительного комплекса внесли следующие ученые: Баркалов С.А. [1, 3-7], Болотин С.А. [9-17], Воропаев В.И. [19-23], Грабовый П.Г. [24, 25], Зеленцов Л.Б. [30-32], Мищенко В.Я. [40-47].

Болотин С.А. в своих работах [10, 14, 16] рассматривал эффективность инвестиционно-строительных проектов по критериям чистого дисконтированного дохода и внутренней норме доходности. В результате исследования автором был сделан вывод о не абсолютности обоих критериев и о необходимости дополнительного соглашения.

Нефедова В.К. в своей работе [49-51] исследовала методы организации, управления и планирования строительства, ориентированные на их практическое применение через компьютерные программы. Она провела анализ современных методов решения задач комбинаторной оптимизации планов и их реализации строительства и установила связь между ними и современными показателями экономической эффективности. Разработала алгоритм комбинаторной оптимизации поточного строительства комплекса объектов и предложила новую интегральную оценку качества управления.

Мищенко В.Я. в своих работах [41-46] рассматривает основополагающие вопросы формирования организационно-технологической системы строительных объектов с позиции многокритериального отбора оптимальных решений с выбором наиболее устойчивого варианта. Подробно рассматривает признаки устойчивого варианта и выявляет критерии для оптимизации организационно-технологической системы.

Морозова Т.Ф. в своей работе [48] анализирует общие тенденции поточной застройки кварталов, определяет основные принципы формирования таких потоков. Предлагает методику формирования, расчёта и оптимизации вариантов поточной организации строительства квартальной застройки. Так же представлена технико-экономическая оценка предложенных оптимизационных решений.

Цель работы

Целью настоящей работы является рассмотрение подходов к календарному планированию строительства комплекса последовательно возводимых или реконструируемых объектов на базе современных программных продуктов.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи: провести анализ функциональных возможностей систем, методов и средств календарного планирования, осуществить обзор современного программного обеспечения календарного планирования.

Анализ функциональных возможностей современных систем, методов и средств календарного планирования

Календарное планирование относится к фундаментальным основам управления и применяется во многих отраслях: энергетической, нефтегазовой, металлургической, строительной [39, 63, 85, 86]. Причиной развития календарного планирования является возрастание сложности проектов и появление необходимости в повышении эффективности их осуществления. Перед строительными компаниями стоит задача в оптимальном распределении ограниченных ресурсов во времени [41, 44, 50, 73].

Инвестиционно-строительный проект это сложная система, которая переходит из одного состояния в другое на протяжении всего жизненного цикла [63]. Эти состояния принято называть фазами проекта [76]. Каждая фаза имеет свои особенности и риски, и, соответственно, задачи календарного планирования на каждой фазе отличаются [70]. Начальная фаза – предынвестиционная – характеризуется тем, что точной информации о проекте нет, то есть могут быть известны укрупненные показатели, представлена общая концепция проекта. На этой фазе календарное планирование решает следующие задачи: оценка эффективности и реализуемости проекта, определение сроков проекта [5] и его стоимости [67, 46], разработку процесса инвестирования проекта [80, 81, 89].

Инвестиционная стадия – основная стадия проекта, включает переговоры и заключение контрактов, проектирование, строительство, маркетинг. При проведении торгов календарное планирование позволяет получить оптимальное тендерное предложение, при этом решая следующие задачи: разработка укрупненного графика производства работ, графика финансирования, ведомостей потребности людских и материальных ресурсов [79, 58].

С точки зрения планирования ее можно разделить на 2 этапа: процесс разработки проекта и контроль за его исполнением. Задачи первого этапа включают: определение состава работ, разработка календарей работ и календарей затрат, разработка расписаний, назначение ресурсов, расчёт и оптимизация плановых сроков, построение графиков потребностей в трудовых ресурсах и машинокомплексах, формирование графика закупки и поставки материалов, определение затрат на разных этапах и оценку рисков [67, 68].

В соответствии с задачами [33], которые стоят перед календарным планированием на настоящий момент существует множество современных систем, которые должны обладать следующими возможностями:

- создание организационно-технологической схемы;
- средства расчета по методу критического пути;
- средства ресурсного планирования;
- средства контроля процесса исполнения проекта;
- средства создания отчетов и графического представления структуры проекта;
- средства стоимостного анализа.

Средства создания организационно-технологической схемы включают:

- описание глобальных параметров планирования проекта;
- описание структуры комплекса работ;
- поддержка календаря проекта.

Средства планирования ресурсов и затрат по отдельным работам и по проекту в целом включают:

- поддержку календарей ресурсов;
- назначение ресурсов;
- календарное планирование при ограниченных ресурсах;
- ведение списка ресурсов и статей затрат.

Средства контроля процесса исполнения включают:

- фиксацию плановых параметров расписания проекта;

- ввод реальных показателей установленных задач;
- сравнение плановых и фактических показателей;
- прогнозирование исполнения предстоящих работ.

Средства создания отчётов и графического представления структуры проекта включают:

- диаграмма Ганта;
- сетевая диаграмма;
- PERT диаграмма.

Для противодействия неопределенности в 1958 году была разработана техника PERT–способ анализа времени для каждой отдельной задачи и минимального времени для проекта в целом.

Самой распространённой частью PERT является метод критического пути, появившийся в конце XX-го века. Его новизна заключается в том, что сроки этапов проекта срезаются на 50%, то есть устанавливается 50% вероятности их достижения, исключается возможность параллельного использования ресурсов, а при помощи буферов ресурсов защищается критическая цепочка от невыполнения сроков [11, 39, 59, 74].

Однако, если обратиться к крупным проектам, то видно, что этот метод давал сбои, так как сроки всё-таки были превышены, а бюджет увеличивался. В результате были выявлены недостатки: руководитель проекта зная, что сроки проекта искусственно увеличены (ресурсные буферы), позволяет тратить время впустую, и в результате при возникновении проблемы происходит срыв сроков.

Методы ресурсно-календарного планирования позволяют оценивать время выполнения проекта, затраты на проект, строить оптимальный по ресурсам график и контролировать состояние дел [71, 28, 82].

Обзор программного обеспечения календарного планирования

В основе первых программ для управления проектами, которые появились около 40 лет назад, лежали алгоритмы сетевого планирования и расчета временных параметров проекта по методу критического пути [52, 88]. Эти программы позволяли рассчитать ранние и поздние сроки проекта и отобразить их на диаграмме Ганта. В дальнейшем, с развитием информационных технологий, системы дополнились ресурсным и стоимостным планированием и средствами контроля за ходом выполнения работ [18, 22, 23, 33, 60, 83].

На настоящий момент на рынке представлено множество универсальных программных пакетов [77], которые принято разделять на профессиональные и «настольные» (непрофессиональные). Различием между ними является трудоемкость в использовании, так как профессиональные программы требуют больших затрат времени, но при этом способны предоставить более гибкие результаты, тогда как непрофессиональные программы можно использовать разово и не затрачивая много времени и усилий получить достаточно информативный результат [36, 54, 57, 78, 84].

Кроме универсальных программ в последнее время стали распространены дополнительные программные пакеты, позволяющие более индивидуально подойти к проекту. Они решают такие задачи как:

- анализ рисков, планирование лучшей стратегии управления рисками (PalisadeCorp.@RISK);
- составление расписания в соответствии с задачами, расчёт заработной платы (HMSSoftwareTimeControl);
- составление расписания при ограниченных ресурсах (ParsifalSystemInc.BestSchedule for Project);
- интегрирование системы управления в корпоративные системы (MarinResearchInc.Project Gateway, Time Line Solutions Corp. Project Management Integrator и др.).

Наиболее применяемыми универсальными профессиональными пакетами программ [2] стоимостью более 1000\$ являются: Artemis Project View, Open Plan Professional, Primavera Project Planner.

Среди непрофессиональных универсальных пакетов программ наиболее часто используемыми являются: OpenPlanDesktop, Project 98, ProjectScheduler, SuperProject, Time Line [27].

Результат выбора той или иной программы зависит от результата, который необходимо получить. Рассмотрим основные возможности отдельных пакетов программ [26].

Open Plan Professional относится к классу профессиональных программных пакетов, и соответственно обладает мощными средствами ресурсного и стоимостного планирования. В связи с этим применять её рекомендуется для крупных проектов, требующих детального планирования а так же интеграции с другими автоматизированными системами организации. Программа позволяет создавать иерархическую структуру ресурсов и позволяет выполнить автоматическое назначение ресурсов на задачи в соответствии с их квалификацией. Так же предоставляется возможность анализировать риски, просчитывать их вероятность и последствия в соответствии с возможными задержками в доставке материалов, превышения бюджета [96].

TimeLine принадлежит к классу «настоельных систем», однако обладает достаточно мощными средствами работы с ресурсами, включающие средства выравнивания перегруза ресурсов, возможности описания специфических календарных графиков работы ресурсов. Программа представляет возможным добавлять любые показатели и таким образом настраивать модель проекта в соответствии с необходимыми потребностями. Однако в отличии от выше описанной профессиональной программы, TimeLine обладает достаточной гибкостью, так как не позволяет формировать иерархическую структуру ресурсов [17].

Microsoft Office Project представляет собой оптимальный набор инструментов для управления проектами со стандартным офисным интерфейсом. Эта программа является одной из наиболее распространенных на современном рынке. Microsoft Project позволяет руководителям динамично управлять календарными планами и ресурсами, следить за состоянием проекта и анализировать данные. Кроме того благодаря интеграции этой программы с Microsoft Exel или Outlook можно преобразовывать задачи в календарные планы [9].

Primavera Project Planner относится к классу профессиональных программных продуктов и применяется для больших проектов. Помимо возможности контролировать ресурсы и производительность программа позволяет управлять группой проектов, распределять информацию в многопользовательской среде, управлять сложными проектами. Так же возможно проводить анализ «Что-Если», вводить и обновлять данные с помощью PERT-представления, календарно-сетевое плана. Программа удобна для пользования, так как она предполагает интеграцию в любую корпоративную структуру [2].

DefSmetaLight применяется в небольших организациях и решает следующие задачи: составление и проверка смет по Базе 2001г., оперативное планирование финансовых затрат и расхода и поставки ресурсов по времени исполнения проекта. Кроме этой программы имеются аналогичные программные пакеты [22, 23].

Microsoft Enterprise Project Management предназначена для пользования в крупных компаниях. Благодаря тому, что информация хранится в единой базе данных, возможна увязка проектов между собой, планировать поставку ресурсов учитывая их использование на других проектах. Кроме этого программа реализует контроль реализации проекта, позволяя вводить информацию исполнителям, а так же позволяет организовать документооборот на разных уровнях [34].

Кроме самостоятельных программных пакетов многие компании выпускают программы календарного планирования, реализованные только в отдельных программных приложениях. Например, это набор компонентов TMSPlannerComponents, которые позволяют реализовать функции календарного планирования в приложениях, разработанных средствами DelphiVCL+VCL.NET.

На сегодняшний день многие компании используют средства календарного планирования, ориентированные на работу во внутренних локальных сетях [32]. Одни программы планирования оперируют с ресурсами – персонал, оборудование, другие составляют графики. Таким продуктом является программа WelcomHome. Она обеспечивает взаимодействие всех участников проекта и позволяет осуществлять планирование и контроль проектов в реальном времени.

Заключение

В результате проведенного исследования сделаны следующие выводы:

1. Существует множество современных способов, методов и средств календарного планирования позволяющие решать различные задачи, и придающие методологии календарного планирования постоянный рост и совершенствование, то есть свойство динамичности.
2. В настоящий момент разработаны универсальные программные системы, отдельные программы и приложения, позволяющие решать общие и более частные задачи календарного планирования.
3. Каждый проект имеет свою специфику и есть необходимость в разработке алгоритмов, решающих специализированные задачи с возможностью включения их в интегрированные системы.

Литература

1. Аснина А.Я., Баркалов С.А., Нильга О.С. Оптимизация финансового результата инвестиционной программы // Экономика и менеджмент систем управления. 2012. №1. С. 4-9.
2. Бабенчук С.П. Программное обеспечение для управления проектами // Сборник научных трудов SWORLD. № 1. 2011. С. 50-51.
3. Распределение ресурсов по минимальной продолжительности работ / Баркалов С.А., Воротилина М.А., Курочка П.Н., Потапенко А.М. // Системы управления и информационные технологии. 2005. № 2(19). С. 64-67.
4. Баркалов С.А., Котенко А.М., Федорова И.В. Задача календарного планирования с ограниченными ресурсами при нечётких продолжительностях работ // Системы управления и информационные технологии. 2005. № 4(21). С. 37-40.
5. Модель выбора варианта проекта на основе комплексного оценивания / Баркалов С.А., Ефремов М.А., Калугин Р.П., Половинкина А.И. // Системы управления и информационные технологии. 2007. № 4(30). С. 61-63.
6. Определение рациональных вариантов закупок продукции на основе сетевой модели / Баркалов С.А., Дудин А.М., Павлов П.В., Нильга О.Н. // Инновационный вестник регион. 2008. №2. С. 38-42.
7. Разработка модели выбора последовательности реализации проектов с сообщением информации при нескольких неизвестных параметрах / Баркалов С.А., Баскаков А.С., Павлов П.В., Глухов А.П. // Вестник воронежского государственного технического университета. 2008. №11. С. 110-113.
8. Бородин А.Р., Баркалов С.А., Сычев А.П. Моделирование оптимальной очередности реализации инновационных проектов // Вестник московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2008. № 4. С. 77-81.
9. Болотин С.А., Вихров А.Н., Гладий Н.Я. Минимизация скорости выполнения строительных работ в программе управления проектом MicrosoftOffice // Известия высших учебных заведений. 2006. № 6. С. 42-46.
10. Болотин С.А., Дадар А.Х., Птухина И.С. Имитация календарного планирования в программах информационного моделирования зданий и регрессионная детализация норм продолжительностей строительства // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 7. С. 82-86.
11. Болотин С.А., Дадар А.Х., Птухина И.С. Совершенствование метода PERT в статическом моделировании календарных планов // Вестник гражданских инженеров. № 2. 2012. С. 132-138.
12. Болотин С.А., Мещанинов И.Ю. Методика оценки чувствительности схемы реализации комбинаторной оптимизации очередности освоения объектов // Вестник гражданских инженеров. 2009. № 2. С. 20-24
13. Болотин С.А., Вихров А.Н., Гладий Н.Я. Регрессионное распределение ущерба при отклонении планируемых и фактических характеристик выполнения работ // Вестник гражданских инженеров. 2006. № 2. С. 94-101.
14. Болотин С.А. Основы методологии современного архитектурно-строительного, организационно-технологического и энергоресурсосберегающего проектирования// Вестник гражданских инженеров. 2012. № 1. С. 143-148.
15. Болотин С.А., Климов С.Э. Страхование ущерба от несвоевременного выполнения строительства на основе статистического моделирования // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2004. № 11. С. 52-56.
16. Болотин С.А., Гугина Ю.Б., Нефедова В.К. Методика оценки календарного плана в программе управления проектом, ориентированная на обоснование инвестиций в строительство // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2003. № 9. С. 87-90.
17. Вдовенко А.В., Протасевич Е.В. Информационные технологии в системе управления градостроительным развитием территории муниципального образования // Вестник тихоокеанского государственного университета. №4. 2009. С. 81-88.
18. Воробович Н.П. Математические модели задач календарного планирования в строительных организациях // Вестник красноярского государственного аграрного университета. № 3. 2007. С. 44-49.

19. Воропаев В.И., Гельруд Я.Д. Обобщенные стохастические сетевые модели для управления комплексными проектами (часть 1)// Управление проектами и программами. 2008. №1. С. 2-13.
20. Воропаев В.И., Гельруд Я.Д. Обобщенные стохастические сетевые модели для управления комплексными проектами (часть 2)// Управление проектами и программами. 2008. №2. С. 92-104.
21. Воропаев В.В. Особенности управления проектами в условиях кризиса// Управление проектами и программами. 2009. №3. С. 206-209.
22. Воропаев В.И., Гельруд Я.Д. Математические модели проектного управления для заинтересованных сторон// Управление проектами и программами. 2012. №4. С. 258-269.
23. Воропаев В.И., Гельруд Я.Д. Математические модели управления для руководителя и команды управления проектом (часть 1) // Управление проектами и программами. 2014. №1. С. 62-71.
24. Грабовый П.Г. Основные направления развития жилищного строительства в России// Недвижимость: экономика и управление. 2011. № 1. С.4-9 .
25. Грабовый П.Г., Маликова И.П. Инвестиционная привлекательность жилищно-коммунальной сферы// Эффективное антикризисное управление. 2013. № 2(77). С. 66-72.
26. Докучаев А.В. Алгоритмы и программное обеспечение задач календарного планирования производства в условиях неопределенности// Обзорные прикладной и промышленной математики. №2. 2008. С. 288-289.
27. Докучаев А.В., Котенко А.П. Решение задачи календарного планирования производства в условиях стохастической неопределенности параметров// Вестник самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки. №2 (15). 2007. С. 182-183.
28. Емельянов Д.И., Тихоненко А.А., Овчинникова М.С. Моделирование в решении задач управления проектами // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2012. № 1. С. 333-340.
29. Захаров А.С. Методология проектирования на основе использования Microsoft office project // Вестник российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. № 3. 2011. С. 86-95.
30. Зеленцов Л.Б., Рыльков В.И., Камнева П.И. Организационно-экономическая модель управления многоквартирными домами// Интернет-журнал Науковедение. 2012. №3 (12). С.93.
31. Зеленцов Л.Б., Камнева П.И. Анализ проблем жилищно-коммунального хозяйства региона (на примере Ростовской области)// Интернет-журнал Науковедение. 2012. № 3(12). С. 92.
32. Зеленцов Л.Б., Зеленцов А.Л., Островский К.Н. Web-приложения – основа современных информационных технологий в строительстве // Вестник волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. №29 (48). С. 224-230.
33. Клименко А.Б., Клименко В.В. Разработка программного обеспечения: планирование в условиях неопределенности// Вестник таганрогского института управления и экономики. № 1. 2010. С. 72-76.
34. Клименко А.Б. Некоторые вопросы планирования разработки программного обеспечения// Вестник адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. № 2. 2010. С. 151-158.
35. Кремер О.Б., Подвальный С.Л. Программная реализация решения оптимизационных задач методом генетического алгоритма// Вестник Воронежского государственного технического университета. № 3. 2012. С.21-24.
36. Кузьменко В.М., Таран С.В. Анализ современных методов искусственного интеллекта применительно к задачам календарного планирования единичного производства // Вестник Донбасской государственной машиностроительной академии. 2006. № 1Е(6). С. 38-42.
37. Кузнецов С.М., Сироткин Н.А., Легостаева О.А., Ячменьков С.Н. Оценка организационно-технологической надежности строительства зданий и сооружений // Известия высших учебных заведений. Строительство. № 2. 2006. С. 47-52.
38. Лаптева Н.А., Морозова Т.Ф. Оценка рисков при реализации инвестиционно-строительного проекта на примере бизнес-центра // Инженерно-строительный журнал. 2011. №2. С. 48-51.
39. Лясковская Е.А., Овчинников А.О. Управление реализацией строительных проектов: проблемы и перспективы// Экономика, управление и инвестиции. № 1(1). 2013. С. 3.

40. Мищенко В.Я. Экономическая эффективность реконструкции объектов недвижимости// Промышленное и гражданское строительство. 2006. № 2. С. 50-51. Economic efficiency of reconstructing real estate projects
41. Мищенко В.Я., Емельянов Д.И., Аноприенко Е.Г. Пути совершенствования планирования работ по строительству и технической эксплуатации комплекса объектов недвижимости// Промышленное и гражданское строительство. 2007. № 6. С. 38-40.
42. Мищенко В.Я., Емельянов Д.И., Тихоненко А.А., Старцев Р.В. Стохастические алгоритмы в решении многокритериальных задач оптимизации распределения ресурсов при планировании строительномонтажных работ// Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2012. № 1. С. 92-97.
43. Обеспечение организационно-технологической надежности при воспроизводстве и развитии строительных объектов / Мищенко В.Я., Драпалюк Д.А., Зубцова Ю.М., Солнцев Е.А. // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2010. № 1. С. 69-73.
44. Мищенко В.Я., Понявина Н.А., Назаров А.Н. Моделирование устойчивой организационно-технологической системы воспроизводства городской инфраструктуры // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2010. № 1. С. 74-80.
45. Мищенко В.Я., Емельянов Д.И., Тихоненко А.А. Обоснование целесообразности использования генетических алгоритмов при оптимизации распределения ресурсов в календарном планировании строительства // Промышленное и гражданское строительство. 2013. №10. С. 69-71.
46. Мищенко В.Я., Емельянов Д.И., Тихоненко А.А. Разработка методики оптимизации распределения ресурсов в календарном планировании строительства на основе генетических алгоритмов// Промышленное и гражданское строительство. 2013. №11. С. 76-78.
47. Мищенко В.Я. Теоретические основы организации эксплуатации и воспроизводства объектов недвижимости. авт.реф.к.т.н. М.:МГСУ. 2004. С. 7-9.
48. Морозова Т.Ф., Боковая Н.Н., СяЦзямин, Организация поточной застройки кварталов объектами соцкультбыта // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 1(6). С. 36-46.
49. Нефедова В.К., Болотин С.А. Комбинаторная оптимизация в программах управления проектами// Известия высших учебных заведений. Строительство. 2003. № 6. С. 47-51
50. Нефедова В.С., Челнокова В.М., Мазнева К.Ю. Анализ организации строительства объектов недвижимости в соответствии с принципами устойчивого развития // Вестник Инжекона. Серия: Технические науки. 2012.№ 8(59) С. 100-103.
51. Нефедова В.К. Организация эффективного регулирования ресурсами при комбинаторной оптимизации календарных планов строительства. Авт.реф.к.т.н. СПб.: СПбГАСУ. 2004. С.10-18.
52. Павлова В.А., Тимофеева М.В. Использование информационных технологий в управлении проектами // Международный научно-исследовательский журнал. № 7-3 (14). 2013. С.49.
53. Птухин И.А., Морозова Т.Ф., Ракова К.М. Формирование ответственности участников строительства за нарушение календарных сроков выполнения работ по методу PERT // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 3(18). С. 57-71.
54. Ризванов Д.А., Попов Д.В., Богданова Д.Р. Применение технологий распределённого искусственного интеллекта для решения задач календарного планирования // Материалы XIII Байкальской Всероссийской с международным участием конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении». Иркутск. 2008. -Т.2. С.76-82.
55. Ризванов Д.А., Чернышев Е.С. Многоагентный подход к календарному планированию производственных процессов // Материалы XV Байкальской Всероссийской с международным участием конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении». Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2010. Ч. III. С.7-14.
56. Чеготова Е.В. Распределение рисков между застройщиком, техническим заказчиком и инвестором // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 4 (9). С. 133-150.
57. Чеготова Е.В. Роль технического заказчика в организации инвестиционно-строительной деятельности // Инженерно-строительный журнал. 2012. Т. 29. № 3. С. 5-11.

58. Чернышев Е.С., Ризванов Д.А. Математическое и информационное обеспечение для управления ресурсами при календарном планировании производственных процессов // Современные проблемы науки и образования. № 6. 2013.С. 127.
59. Чупина Е.Е. Проблемы и решения систем управления // Вестник поволжского государственного университета сервиса. Серия: экономика. №3. 2007. С. 35-318.
60. Amirjanov A. (2006) The development of a changing range genetic algorithm. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*. Issue. 195(19-22). 2006. Pp. 2495-2508.
61. Božejko W., Wodecki M. (2005) A Hybrid Evolutionary Algorithm for Some Discrete Optimization Problems, *IEEE Computer Society*. 2005. Pp. 325–331.
62. Božejko W., Wodecki M. (2006) Evolutionary heuristics for hard permutational optimization problems, *Int. J. Comput. Intell. Res., Res. India Publ.* No. 2 (2). 2006. Pp. 151–158.
63. Bredin K., Söderlund J. (2013) Project managers and career models: An exploratory comparative study. *International journal of project management*. 2013. Vol. 31. Pp. 889-902.
64. Burduk A., Chlebus E. (2009) Methods of risk evaluation in manufacturing systems. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. Vol. 9. Issue 3. 2009. Pp. 17–30.
65. Chassiakos A.P., Sakellariopoulos S.P. (2005) Time–cost optimization of construction projects with generalized activity constraints. *J. Constr. Eng. Manag. ASCE* 131 (10). 2005. Pp. 1115–1124.
66. Simulation and analytical techniques for construction resource planning and scheduling / Chen S.-M., Griffis F. H., Chen P.-H., Chang L.-M. *Automation in Construction*. Issue 21. 2012. Pp. 99–113.
67. Christodoulou S., Ellinas G., Aslanic P. (2009) Entropy-based scheduling of resource-constrained construction projects. *Automation in Construction*. Vol.18. Issue 7. 2009. Pp. 919–928.
68. De Snoo C., Van Wezel W., Jorna R.J. (2011) An Empirical Investigation of Scheduling Performance Criteria//*Journal of Operations Management*. Issue 3. 2011. Pp. 181-193.
69. Dzendz R.-J., Tommelein I. D. (2004) Product modeling to support case-based construction planning and scheduling. *Automation in Construction*. 2004. Vol. 13. Issue 3. Pp. 341–360.
70. Drozdowski M. (1996) Scheduling multiprocessor tasks — An overview. *European Journal of Operational Research*. 1996. Vol. 94. Issue 2. Pp. 215–230.
71. Criticality analysis of activity networks under interval uncertainty / Fortin J., Dubois D., Fargier H., Zieliński P. *Journal of Scheduling*. Vol. 13. Issue 6. 2010. Pp. 609-627.
72. Gil N., Tether B. S. (2011) Project risk management and design flexibility: Analysing a case and conditions of complementarity. *Research Policy*. 2011. Vol. 40. Pp. 415-428.
73. Hasija S., Rajendran C. (2004). Scheduling in flowshops to minimize total tardiness of jobs. *International Journal of Production Research*. Vol. 42. Issue 11. 2004. Pp. 2289–2301.
74. Hejducki Z. (2004) Sequencing problems in methods of organizing construction processes. *Eng., Constr. Archit. Manag., Emerald Publ.* Vol. 11. Issue 1. 2004. Pp. 20–32.
75. Hejducki M R. (2005) Time couplings methods, TCM, *Builders Review*, Polish Association of Engineers and Construction Technologists. Issue 2. 2005. Pp. 38–45.
76. Huang R.-y., Sunb K.-S. (2005) System development for non-unit based repetitive project scheduling. *Automation in Construction*. Vol. 14. Issue 5. 2005. Pp. 650–665.
77. Hyari K., El-Mashalen M., Kandil A. (2010) Optimal assignment of multiskilled labor in building construction projects. *International journal of construction education and research*. Issue 1. 2010. Pp. 70-80.
78. James T., Rego C., Glover F. (2005) Sequential and parallel path-relinking algorithms for the quadratic assignment problem. *IEEE Intelligent Systems*. Vol. 20. Issue 4. 2005. Pp. 58–65.
79. Jiang A., Issa R. R. A., Malek M. (2011) Construction project cash flow planning using the Pareto optimality efficiency network model. *Journal of Civil Engineering and Management*. Vol. 17. Issue 4. 2011. Pp. 510–519.
80. Liu S.-S., Wang C.-J. (2011) Optimizing project selection and scheduling problems with time-dependent resource constraints. *Automation in Construction*. Vol. 20. Issue 8. 2011. Pp. 1110–1119.
81. Liu S.-S., Wang C.-J. (2012) Optimizing linear project scheduling with multi-skilled crews. *Automation in Construction*. Issue 24. 2012. Pp. 16–23.

82. Medineckiene M., Zavadskas E. K., Turskis Z. (2011) Dwelling selection by applying fuzzy game theory. Archives of Civil and Mechanical Engineering. Vol. 11. Issue 3. 2011. Pp. 681–697.
83. Nowakowski T. (2010) Problems with analyzing operational data uncertainty. Archives of Civil and Mechanical Engineering. Vol. 10. Issue 3. 2010. Pp. 95–109.
84. Onwubolu G., Davendra D. (2006) Scheduling flow shop using differential evolution algorithm. European Journal of Operational Research. Vol. 171. Issue 2. 2006. Pp. 674–692.
85. Ouelhadj D., Petrovic S. (2009) Survey of dynamic scheduling in manufacturing systems. Journal of Scheduling. Vol. 12. Issue 4. 2009. Pp. 146–148.
86. Rizvanov D.A., Chernyshev E.S., Lackman I.A. (2010) Multiagent Approach Application for Scheduling of Production Processes. CSIT" 2010 Proceedings of the 12th International Workshop on Computer Science and Information Technologies. Russia, Moscow; St. Petersburg, September 13-19. Vol. 1. 2010. Pp. 92-97.
87. Rogalskaa M., Bozejkob W., Hejduckib Z. (2008) Time/cost optimization using hybrid evolutionary algorithm in construction project scheduling. Automation in Construction. Vol. 18. Issue 1. 2008. Pp. 24–31.
88. Planning and design models for construction industry: A critical survey (2012) / Sarker B. R., Egbelu P. J., Liao T. W., Yu, J. // Automation in Construction. Vol. 22. 2012. Pp. 123–134.
89. Servakh V.V., Shcherbinina T.A. (2006) A fully polinoial time approximation scheme for two project scheduling problem. Preprints 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing. France 2006. Vol. 3. Pp. 131-135.
90. Wodecki M. A. (2009) block approach to earliness-tardiness scheduling problems. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. Issue 40(7–8). 2009. Pp. 797–807.
91. Yang J–B. (2007) Developing a knowledge map for construction scheduling using a novel approach. Automation in Construction. Vol. 16. Issue 6. 2007. Pp. 806–815.
92. Yingbin Feng. (2013) Effect of safety investments on safety performance of building projects. Safety Science. Vol. 59. 2013. Pp. 28–45.
93. Zavadskas E. K., Turskis Z., Tamošaitiene J. (2010) Risk assessment of construction projects. Journal of Civil Engineering and Management. Vol.16. Issue 1. 2010. Pp. 33–46.
94. Zavadskas E. K., Turskis Z., Tamosaitiene J. (2011) Selection of construction enterprises management strategy based on the SWOT and multi-criteria analysis. Archives of Civil and Mechanical Engineering. Vol. 11. Issue 4. 2011. Pp. 1063–1082.
95. Zhang X. Q., Gao H. (2010) Optimal performance-based building facility management, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. Vol. 25. Issue 4. 2010. Pp. 269–284.
96. Zhao R., Liu X. (2007) Study on multiple objective optimization method in construction project management, Proceedings International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCom 2007, 2007. Pp. 5312-5315.

Scheduling of construction of a complex of objects taking into account features of software

O.A. Sergeenkova¹

Saint-Petersburg Polytechnical University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO

Analytical review

Article history

Received 14 May 2014
Accepted 23 June 2014

Keywords

scheduling,
investment and construction project,
software project management,
optimization,
PERT.

ABSTRACT

Nowadays in Saint-Petersburg the method of building of the territory by construction complexes is very common. In modern conditions project engineers have to use the modern methods of scheduling for getting the greatest advantage. Also the important question in this type of building is a long-range planning especially the optimization the priority of construction. Therefore it is necessary to have tools which could solve the problems arising at participants of the project. The purpose of the research is to examine the approaches to scheduling of building complex of objects and also to study the software project management. Scheduling is the foundation for management in a many industries. In the investment and construction project scheduling solves different problems, according to a project stage. The study showed the tasks of scheduling by different stage and then examined its basic functionality. The study proved that there are a many modern methods of scheduling and they give the dynamic to methodology of scheduling. Also study showed the basic software project management witch can solve common and private tasks and feature of their application. The result of the study shows that it is necessary to create an algorithms witch will solve the specialized tasks and witch also will be able to include in the integrated systems.

¹

Corresponding author:
+7 (981) 841 3448, utka11632009@gmail.com (Olga Aleksandrovna Sergeenkova, Student)

References

1. Asnina A.Ya., Barkalov S.A., Nilga O.S. (2012) *Optimizatsiya finansovogo rezultata investitsionnoy programmy* [Optimization of financial result of the investment program]. *Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya*. 2012. Issue 1. Pp. 4-9. (rus)
2. Babenchuk S.P. (2011) *Programmnoye obespecheniye dlya upravleniya proyektami* [The software for management of projects]. *Sbornik nauchnykh trudov SWORLD*. Issue 1. 2011. Pp. 50-51. (rus)
3. Barkalov S.A., Vorotilina M.A., Kurochka P.N. [et. al.] (2005) *Raspredeleniye resursov po minimalnoy prodolzhitelnosti rabot* [Distribution of resources on the minimum duration of works]. *Sistemy upravleniya i informatsionnyye tekhnologii*. 2005. Vol. 19. Issue 2. Pp. 64-67. (rus)
4. Barkalov S.A., Kotenko A.M., Fedorova I.V. () *Zadacha kalendarnogo planirovaniya s ogranichennymi resursami pri nechetkikh prodolzhitelnyakh rabot* [Problem of scheduling with limited resources at indistinct durations of works]. *Sistemy upravleniya i informatsionnyye tekhnologii*. 2005. Vol. 21. Issue 4. Pp. 37-40. (rus)
5. *Model vybora varianta proyekta na osnove kompleksnogo otsenivaniya* (2007) [Model of a choice of version of the project on the basis of complex estimation] / Barkalov S.A., Yefremov M.A., Kalugin R.P., Polovinkina A.I. *Sistemy upravleniya i informatsionnyye tekhnologii*. 2007. Vol. 30. Issue 4. Pp. 61-63. (rus)
6. Barkalov S.A., Dudin A.M., Pavlov P.V. [et. al.] (2008) *Opredeleniye ratsionalnykh variantov zakupok produktsii na osnove setevoy model* [Definition of rational options of variants of production on the basis of network model]. *Innovatsionnyy vestnik region*. 2008. Issue 2. Pp. 38-42. (rus)
7. Barkalov S.A., Baskakov A.S., Pavlov P.V. (2008) *Razrabotka modeli vybora posledovatelnosti realizatsii proyektov s soobshcheniyem informatsii pri neskol'kikh neizvestnykh parametrah* [Development of model of a choice of sequence of implementation of projects with reporting of information at several unknown parameters]. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2008. Issue 11. Pp. 110-113. (rus)
8. Borodin A.R., Barkalov S.A., Sychev A.P. (2008) *Modelirovaniye optimalnoy ocherednosti realizatsii innovatsionnykh proyektov* [Modeling of optimum sequence of realization of innovative projects]. *Vestnik moskovskogo avtomobilno-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)*. 2008. Issue 4. Pp. 77-81. (rus)
9. Bolotin S.A., Vikhrov A.N., Gladiy N.Ya. (2006) *Minimizatsiya skorosti vypolneniya stroitelnykh rabot v programme upravleniya proyektom MicrosoftOffice* [Minimization of speed of performance of construction works in the program of management of the MicrosoftOffice project]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy*. 2006. Issue 6. Pp. 42-46. (rus)
10. Bolotin S.A., Dadar A.Kh., Ptukhina I.S. (2011) *Imitatsiya kalendarnogo planirovaniya v programmakh informatsionnogo modelirovaniya zdaniy i regressionnaya detalizatsiya norm prodolzhitelnostey stroitelstva* [Scheduling imitation in programs of information modeling of buildings and regression specification of norms of durations of construction]. *Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal*. 2011. Issue 7. Pp. 82-86. (rus)
11. Bolotin S.A., Dadar A.Kh., Ptukhina I.S. (2012) *Sovershenstvovaniye metoda PERT v staticheskom modelirovanii kalendarnykh planov* [PERT method improvement in static modeling of planned schedules] // *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. № 2. 2012. Pp. 132-138. (rus)
12. Bolotin S.A., Meshchaninov I.Yu. (2009) *Metodika otsenki chuvstvitelnosti skhemy realizatsii kombinatornoy optimizatsii ocherednosti osvoyeniya obyektov* [Technique of an assessment of sensitivity of the scheme of realization of combinatory optimization of sequence of development of objects]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2009. Issue 2. Pp. 20-24. (rus)
13. Bolotin S.A., Vikhrov A.N., Gladiy N.Ya. (2006) *Regressionnoye raspredeleniye ushcherba pri otklonenii planiruyemykh i fakticheskikh kharakteristik vypolneniya rabot* [Distribution of damage at the deviation of planned and actual characteristics of the executed works]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2006. Issue 2. Pp. 94-101. (rus)
14. Bolotin S.A. (2012) *Osnovy metodologii sovremennogo arkhitekturno-stroitel'nogo, organizatsionno-tekhnologicheskogo i energoresursosberegayushchego proyektirovaniya* [Methodological principles of modern architectural- constructional, organizational-technological and power resource-saving designing]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov*. 2012. Issue 1. Pp. 143-148. (rus)
15. Bolotin S.A., Klimov S.E. (2004) *Strakhovaniye ushcherba ot nesvoyevremennogo vypolneniya stroitelstva na osnove statisticheskogo modelirovaniya* [Insurance of damage upon untimely performance of construction on the basis of statistical modeling]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo*. Issue 11. Pp. 52-56. (rus)
16. Bolotin S.A., Gugina Yu.B., Nefedova V.K. (2003) *Metodika otsenki kalendarnogo plana v programme upravleniya proyektom, oriyentirovannaya na obosnovaniye investitsiy v stroitelstvo* [Technique of estimating the

- sensitivity of the implementation scheme of optimizing the objects development sequence]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo*. 2003. Issue 9. Pp. 87-90. (rus)
17. Vdovenko A.V., Protasevich Ye.V. (2009) *Informatsionnyye tekhnologii v sisteme upravleniya gradostroitelnyim razvitiyem territorii munitsipalnogo obrazovaniya* [Information technologies in a control system of town-planning development of the territory of municipality]. *Vestnik tikhookeanskogo gosudarstvennogo universiteta*. Issue 4. 2009. Pp. 81-88. (rus)
 18. Vorobovich N.P. (2007) *Matematicheskiye modeli zadach kalendarnogo planirovaniya v stroitelnykh organizatsiyakh* [Mathematical models of problems of scheduling in the construction organizations]. *Vestnik krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. Issue 3. 2007. Pp. 44-49. (rus)
 19. Voropayev V.I., Gelrud Ya.D. *Obobshchennyye stokhasticheskiye setevyye modeli dlya upravleniya kompleksnymi proyektami (chast 1)* [The generalized stochastic network models for management of complex projects (part 1)] // *Upravleniye proyektami i programmami*. 2008. №1. Pp. 2-13. (rus)
 20. Voropayev V.I., Gelrud Ya.D. (2008) *Obobshchennyye stokhasticheskiye setevyye modeli dlya upravleniya kompleksnymi proyektami (chast 2)* [The generalized stochastic network models for management of complex projects (part 2)]. *Upravleniye proyektami i programmami*. 2008. №2. Pp. 92-104. (rus)
 21. Voropayev V.V. (2009) *Osobennosti upravleniya proyektami v usloviyakh krizisa* [Features of management of projects in the conditions of crisis]. *Upravleniye proyektami i programmami*. 2009. Issue 3. Pp. 206-209. (rus)
 22. Voropayev V.I., Gelrud Ya.D. (2012) *Matematicheskiye modeli proyektного upravleniya dlya zainteresovannykh storon* [Mathematical models of project management for interested parties]. *Upravleniye proyektami i programmami*. 2012. Issue 4. Pp. 258-269. (rus)
 23. Voropayev V.I., Gelrud Ya.D. (2014) *Matematicheskiye modeli upravleniya dlya rukovoditelya i komandy upravleniya proktom (chast 1)* [Mathematical models of management for the head and management team prokty (part 1)]. *Upravleniye proyektami i programmami*. 2014. Issue 1. Pp. 62-71. (rus)
 24. Grabovyy P.G. (2011) *Osnovnyye napravleniya razvitiya zhilishchnogo stroitelstva v Rossii* [The main directions of development of housing construction in Russia]. *Nedvizhimost: ekonomika i upravleniye*. 2011. Issue 1. Pp. 4-9. (rus)
 25. Grabovyy P.G., Malikova I.P. (2013) *Investitsionnaya privlekatelnost zhilishchno-kommunalnoy sfery* [Investment appeal of the housing-and-municipal sphere]. *Effektivnoye antikrizisnoye upravleniye*. 2013. Vol. 77. Issue 2. Pp. 66-72. (rus)
 26. Dokuchayev A.V. (2008) *Algoritmy i programnoye obespecheniye zadach kalendarnogo planirovaniya proizvodstva v usloviyakh neopredelennosti* [Algorithms and the software of problems of scheduling of production in the conditions of uncertainty]. *Obozreniye prikladnoy i promyshlennoy matematiki*. Issue 2. 2008. Pp. 288-289. (rus)
 27. Dokuchayev A.V., Kotenko A.P. (2007) *Resheniye zadachi kalendarnogo planirovaniya proizvodstva v usloviyakh stokhasticheskoy neopredelennosti parametrov* [The solution of a problem of scheduling of production in the conditions of stochastic uncertainty of parameters]. *Vestnik samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Fiziko-matematicheskiye nauki*. Vol. 15. Issue 2. 2007. Pp. 182-183. (rus)
 28. Yemelyanov D.I., Tikhonenko A.A., Ovchinnikova M.S. (2012) *Modelirovaniye v reshenii zadach upravleniya proyektami* [Modeling in the solution of problems of management of projects] *Nauchnyy vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Vysokiytehnologii. Ekologiya*. 2012. Issue 1. Pp. 333-340. (rus)
 29. Zakharov A.S. (2011) *Metodologiya proyektirovaniya na osnove ispolzovaniya Microsoft office project* [Design methodology on the basis of Microsoft office project use] *Vestnik rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Informatizatsiya obrazovaniya*. Issue 3. 2011. Pp. 86-95. (rus)
 30. Zelentsov L.B., Rylkov V.I., Kamneva P.I. (2012) *Organizatsionno-ekonomicheskaya model upravleniya mnogokvartirnymi domami* [Organizational and economic model of management of apartment houses]. *Internet-zhurnal Naukovedeniye*. 2012. Vol. 12. Issue 3. Pp.93. (rus)
 31. Zelentsov L.B., Kamneva P.I. (2012) *Analiz problem zhilishchno-kommunalnogo khozyaystva regiona (na primere Rostovskoy oblasti)* [The analysis of problems of housing and communal services of the region (on the example of the Rostov region)]. *Internet-zhurnal Naukovedeniye*. 2012. Vol. 12. Issue 3. Pp. 92. (rus)
 32. Zelentsov L.B., Zelentsov A.L., Ostrovskiy K.N. (2012) *Web-prilozheniya – osnova sovremennykh informatsionnykh tekhnologiy v stroitelstve* [Web applications – a basis modern the informatsionnykh technologies in construction]. *Vestnik volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitelstvo i arkhitektura*. 2012. Vol. 48. Issue 29. Pp. 224-230. (rus)

33. Klimenko A.B., Klimenko V.V. (2010) *Razrabotka programmnogo obespecheniya: planirovaniye v usloviyakh neopredelennosti* [Development of the software: planning in the conditions of uncertainty]. *Vestnik taganrogskogo instituta upravleniya i ekonomiki*. Issue 1. 2010. Pp. 72-76. (rus)
34. Klimenko A.B. (2010) *Nekotoryye voprosy planirovaniya razrabotki programmnogo obespecheniya* [Some questions of planning of development of the software]. *Vestnik adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 5: Ekonomika*. Issue 2. 2010. Pp. 151-158. (rus)
35. Kremer O.B., Podvalnyy S.L. (2012) *Programmnaya realizatsiya resheniya optimizatsionnykh zadach metodom geneticheskogo algoritma* [Program implementation of the solution of optimizing tasks by a method of genetic algorithm]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. Issue 3. 2012. Pp.21-24. (rus)
36. Kuzmenko V.M., Taran S.V. (2006) *Analiz sovremennykh metodov iskusstvennogo intellekta primenitelno k zadacham kalendarnogo planirovaniya yedinichnogo proizvodstva* [The analysis of modern methods of artificial intelligence in relation to problems of scheduling of single production]. *Vestnik Donbasskoy gosudarstvennoy mashinostroitelnoy akademii*. 2006. Vol.6. Pp. 38-42. (rus)
37. Kuznetsov S.M., Sirotkin N.A., Legostayeva O.A. [et. al.] (2006) *Otsenka organizatsionno-tekhnologicheskoy nadezhnosti stroitelstva zdaniy i sooruzheniy* [Assessment of organizational and technological reliability of construction of buildings and constructions]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo*. Issue 2. 2006. Pp. 47-52. (rus)
38. Lapteva N.A., Morozova T.F. (2011) *Otsenka riskov pri realizatsii investitsionno-stroitel'nogo proyekta na primere biznes-tsentra* [Assessment of risks at implementation of the investment and construction project on the example of the business center]. *Magazine of Civil Engineering*. 2011. Issue 2. Pp. 48-51. (rus)
39. Lyaskovskaya Ye.A., Ovchinnikov A.O. (2013) *Upravleniye realizatsiyey stroitelnykh proyektov: problemy i perspektivy* [Management of implementation of construction projects: problems and prospects]. *Ekonomika, upravleniye i investitsii*. Vol. 1. Issue 1. 2013. Pp. 3. (rus)
40. Mishchenko V.Ya. (2006) *Ekonomicheskaya effektivnost rekonstruktsii obyektov nedvizhimosti* [Economic efficiency of reconstructing real estate projects]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo*. 2006. Issue 2. Pp. 50-51. (rus)
41. Mishchenko V.Ya., Yemelyanov D.I., Anopriyenko Ye.G. (2007) *Puti sovershenstvovaniya planirovaniya rabot po stroitelstvu i tekhnicheskoy ekspluatatsii kompleksa obyektov nedvizhimosti* [Ways of improving in planning the work on construction and technical operation of a complex of realty projects]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo*. 2007. Issue 6. Pp. 38-40. (rus)
42. Mishchenko V.Ya., Yemelyanov D.I., Tikhonenko A.A. [et. al.] *Stokhasticheskiye algoritmy v reshenii mnogokriterialnykh zadach optimizatsii raspredeleniya resursov pri planirovanii stroitelno-montazhnykh rabot* [Stochastic algorithms in the solution of multicriteria problems of optimization of distribution of resources when planning installation and construction works]. *Nauchnyy vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura*. 2
43. Mishchenko V.Ya., Drapalyuk D.A., Zubtsova Yu.M. [et. al.] (2010) *Obespecheniye organizatsionno-tekhnologicheskoy nadezhnosti pri vosproizvodstve i razvitiy stroitelnykh obyektov* [Ensuring organizational and technological reliability at reproduction and development of construction objects]. *Nauchnyy vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitelstvo i arkhitektura*. 2010. Issue 1. Pp. 69-73. (rus)
44. Mishchenko V.Ya., Ponyavina N.A., Nazarov A.N. (2010) *Modelirovaniye ustoychivoy organizatsionno-tekhnologicheskoy sistemy vosproizvodstva gorodskoy infrastruktury* [Modeling of steady organizational and technological system of reproduction of city infrastructure]. *Nauchnyy vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Vysokiyteknologii. Ekologiya*. 2010. Issue 1. Pp. 74-80. (rus)
45. Mishchenko V.Ya., Yemelyanov D.I., Tikhonenko A.A. (2013) *Obosnovaniye tselesoobraznosti ispolzovaniya geneticheskikh algoritmov pri optimizatsii raspredeleniya resursov v kalendarnom planirovanii stroitelstva* [Justification of expediency of use of genetic algorithms by optimization of distribution of resources in construction scheduling]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo*. 2013. Issue 10. Pp. 69-71. (rus)
46. Mishchenko V.Ya., Yemelyanov D.I., Tikhonenko A.A. (2013) *Razrabotka metodiki optimizatsii raspredeleniya resursov v kalendarnom planirovanii stroitelstva na osnove geneticheskikh algoritmov* [Development of a technique of optimization of distribution of resources in construction scheduling on the basis of genetic algorithms]. *Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitelstvo*. 2013. Issue 11. Pp. 76-78. (rus)
47. Mishchenko V.Ya. (2004) *Teoreticheskiye osnovy organizatsii ekspluatatsii i vosproizvodstva obyektov nedvizhimosti* [Theoretical bases of the organization of operation and reproduction of real estate objects]. *Avt.ref.k.t.n. M.:MGSU*. 2004. Pp. 7-9. (rus)

48. Morozova T.F., Bokovaya N.N. (2013) *SyaTszjamin, Organizatsiya potochnoy zastroyki kvartalov obyektami sotskultbyta* [Organization of line building of quarters social and cultural facilities]. Construction of Unique Buildings and Structures. 2013. Vol. 6. Issue 1. Pp. 36-46. (rus)
49. Nefedova V.K., Bolotin S.A. (2003) *Kombinatornaya optimizatsiya v programmakh upravleniya proyektami* [Combinatory optimization in programs of management of projects]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo*. 2003. Issue 6. Pp. 47-51. (rus)
50. Nefedova V.S., Chelnokova V.M., Mazneva K.Yu. (2012) *Analiz organizatsii stroitelstva obyektov nedvizhimosti v sootvetstvii s printsipami ustoychivogo razvitiya* [The analysis of the organization of construction of real estate objects according to the principles of steady development]. *Vestnik Inzhekona. Seriya: Tekhnicheskiye nauki*. 2012. Vol. 59. Issue 8. Pp. 100-103. (rus)
51. Nefedova V.K. (2004) *Organizatsiya effektivnogo regulirovaniya resursami pri kombinatornoy optimizatsii kalendarnykh planov stroitelstva* [The organization of effective regulation by resources by combinatory optimization of planned schedules of construction]. *Avt.ref.k.t.n. SPb.: SPbGASU*. 2004. Pp.10-18. (rus)
52. Pavlova V.A., Timofeyeva M.V. (2013) *Ispolzovaniye informatsionnykh tekhnologiy v upravlenii proyektami* [Use of information technologies in management of projects]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. Vol. 14. Issue 7-3. 2013. Pp.49. (rus)
53. Ptukhin I.A., Morozova T.F., Rakova K.M. (2014) *Formirovaniye otvetstvennosti uchastnikov stroitelstva za narusheniye kalendarnykh srokov vypolneniya rabot po metodu PERT* [Formation of responsibility of participants of construction for violation of calendar terms of performance of work on the PERT method] Construction of Unique Buildings and Structures. 2014. Vol. 18. Issue 3. Pp. 57-71. (rus)
54. Rizvanov D.A., Popov D.V., Bogdanova D.R. (2008) *Primeneniye tekhnologiy raspredelennogo iskusstvennogo intellekta dlya resheniya zadach kalendarnogo planirovaniya* [Application of technologies of the distributed artificial intelligence for the solution of problems of scheduling]. *Materialy XIII Baykalskoy Vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiyem konferentsii «Informatsionnyye i matematicheskiye tekhnologii v nauke i upravlenii»*. Irkutsk. 2008. Vol. 2. Pp. 76-82. (rus)
55. Rizvanov D.A., Chernyshev Ye.S. (2010) *Mnogoagentnyy podkhod k kalendarnomu planirovaniyu proizvodstvennykh protsessov* [Mnogoagentny approach to scheduling of productions]. *Materialy XV Baykalskoy Vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiyem konferentsii «Informatsionnyye i matematicheskiye tekhnologii v nauke i upravlenii»*. -Irkutsk: ISEM SO RAN, 2010. -Ch. III. -Pp.7-14. (rus)
56. Chegotova Ye.V. (2013) *Raspredeleniye riskov mezhdru zastroyshchikom, tekhnicheskim zakazchikom i investorem* [Distribution of risks between the builder, the technical customer and the investor] // Construction of Unique Buildings and Structures. 2013. Vol. 9. Issue 4. Pp. 133-150. (rus)
57. Chegotova Ye.V. (2012) *Rol tekhnicheskogo zakazchika v organizatsii investitsionno-stroitelnoy deyatel'nosti* [Role of the technical customer in the organization of investment construction activity] Magazine of Civil Engineering. 2012. Vol. 29. Issue 3. Pp. 5-11. (rus)
58. Chernyshev Ye.S., Rizvanov D.A. (2013) *Matematicheskoye i informatsionnoye obespecheniye dlya upravleniya resursami pri kalendarnom planirovanii proizvodstvennykh protsessov* [Mathematical and information support for resource management when scheduling productions]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. Issue 6. 2013. Pp. 127. (rus)
59. Chupina Ye.Ye. (2007) *Problemy i resheniya sistem upravleniya* [Problems and decisions of Management system]. *Vestnik povolzhskogo gosudarstvennogo universiteta servisa. Seriya: ekonomika*. Issue 3. 2007. Pp. 35-318. (rus)
60. Amirjanov A. (2006) The development of a changing range genetic algorithm. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*. Issue. 195(19-22). 2006. Pp. 2495-2508.
61. Bozejko W., Wodecki M. (2005) A Hybrid Evolutionary Algorithm for Some Discrete Optimization Problems, *IEEE Computer Society*. 2005. Pp. 325–331.
62. Bozejko W., Wodecki M. (2006) Evolutionary heuristics for hard permutational optimization problems, *Int. J. Comput. Intell. Res., Res. India Publ. No. 2 (2)*. 2006. Pp. 151–158.
63. Bredin K., Söderlund J. (2013) Project managers and career models: An exploratory comparative study. *International journal of project management*. 2013. Vol. 31. Pp. 889-902.
64. Burduk A., Chlebus E. (2009) Methods of risk evaluation in manufacturing systems. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. Vol. 9. Issue 3. 2009. Pp. 17–30.
65. Chassiakos A.P., Sakellariopoulos S.P. (2005) Time–cost optimization of construction projects with generalized activity constraints. *J. Constr. Eng. Manag. ASCE* 131 (10). 2005. Pp. 1115–1124.

66. Simulation and analytical techniques for construction resource planning and scheduling / Chen S.-M., Griffis F. H., Chen P.-H., Chang L.-M. *Automation in Construction*. Issue 21. 2012. Pp. 99–113.
67. Christodoulou S., Ellinas G., Aslanic P. (2009) Entropy-based scheduling of resource-constrained construction projects. *Automation in Construction*. Vol.18. Issue 7. 2009. Pp. 919–928.
68. De Snoo C., Van Wezel W., Jorna R.J. (2011) An Empirical Investigation of Scheduling Performance Criteria//*Journal of Operations Management*. Issue 3. 2011. Pp. 181-193.
69. Dzeng R.-J., Tommelein I. D. (2004) Product modeling to support case-based construction planning and scheduling. *Automation in Construction*. 2004. Vol. 13. Issue 3. Pp. 341–360.
70. Drozdowski M. (1996) Scheduling multiprocessor tasks — An overview. *European Journal of Operational Research*. 1996. Vol. 94. Issue 2. Pp. 215–230.
71. Criticality analysis of activity networks under interval uncertainty / Fortin J., Dubois D., Fargier H., Zieliński P. *Journal of Scheduling*. Vol. 13. Issue 6. 2010. Pp. 609-627.
72. Gil N., Tether B. S. (2011) Project risk management and design flexibility: Analysing a case and conditions of complementarity. *Research Policy*. 2011. Vol. 40. Pp. 415-428.
73. Hasija S., Rajendran C. (2004). Scheduling in flowshops to minimize total tardiness of jobs. *International Journal of Production Research*. Vol. 42. Issue 11. 2004. Pp. 2289–2301.
74. Hejducki Z. (2004) Sequencing problems in methods of organizing construction processes. *Eng., Constr. Archit. Manag., Emerald Publ.* Vol. 11. Issue 1. 2004. Pp. 20–32.
75. Hejducki M R. (2005) Time couplings methods, TCM, *Builders Review*, Polish Association of Engineers and Construction Technologists. Issue 2. 2005. Pp. 38–45.
76. Huang R.-y., Sunb K.-S. (2005) System development for non-unit based repetitive project scheduling. *Automation in Construction*. Vol. 14. Issue 5. 2005. Pp. 650–665.
77. Hyari K., El-Mashalen M., Kandil A. (2010) Optimal assignment of multiskilled labor in building construction projects. *International journal of construction education and research*. Issue 1. 2010. Pp. 70-80.
78. James T., Rego C., Glover F. (2005) Sequential and parallel path-relinking algorithms for the quadratic assignment problem. *IEEE Intelligent Systems*. Vol. 20. Issue 4. 2005. Pp. 58–65.
79. Jiang A., Issa R. R. A., Malek M. (2011) Construction project cash flow planning using the Pareto optimality efficiency network model. *Journal of Civil Engineering and Management*. Vol. 17. Issue 4. 2011. Pp. 510–519.
80. Liu S.-S., Wang C.-J. (2011) Optimizing project selection and scheduling problems with time-dependent resource constraints. *Automation in Construction*. Vol. 20. Issue 8. 2011. Pp. 1110–1119.
81. Liu S.-S., Wang C.-J. (2012) Optimizing linear project scheduling with multi-skilled crews. *Automation in Construction*. Issue 24. 2012. Pp. 16–23.
82. Medineckiene M., Zavadskas E. K., Turskis Z. (2011) Dwelling selection by applying fuzzy game theory. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. Vol. 11. Issue 3. 2011. Pp. 681–697.
83. Nowakowski T. (2010) Problems with analyzing operational data uncertainty. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. Vol. 10. Issue 3. 2010. Pp. 95–109.
84. Onwubolu G., Davendra D. (2006) Scheduling flow shop using differential evolution algorithm. *European Journal of Operational Research*. Vol. 171. Issue 2. 2006. Pp. 674–692.
85. Ouelhadj D., Petrovic S. (2009) Survey of dynamic scheduling in manufacturing systems. *Journal of Scheduling*. Vol. 12. Issue 4. 2009. Pp. 146-148.
86. Rizvanov D.A., Chernyshev E.S., Lackman I.A. (2010) Multiagent Approach Application for Scheduling of Production Processes. CSIT" 2010 Proceedings of the 12th International Workshop on Computer Science and Information Technologies. Russia, Moscow; St. Petersburg, September 13-19. Vol. 1. 2010. Pp. 92-97.
87. Rogalska M., Bozejko W., Hejducki Z. (2008) Time/cost optimization using hybrid evolutionary algorithm in construction project scheduling. *Automation in Construction*. Vol. 18. Issue 1. 2008. Pp. 24–31.
88. Planning and design models for construction industry: A critical survey (2012) / Sarker B. R., Egbelu P. J., Liao T. W., Yu, J. // *Automation in Construction*. Vol. 22. 2012. Pp. 123–134.
89. Servakh V.V., Shcherbinina T.A. (2006) A fully polynomial time approximation scheme for two project scheduling problem. Preprints 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing. France 2006. Vol. 3. Pp. 131-135.
90. Wodecki M. A. (2009) block approach to earliness-tardiness scheduling problems. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Issue 40(7–8). 2009. Pp. 797–807.

91. Yang J–B. (2007) Developing a knowledge map for construction scheduling using a novel approach. *Automation in Construction*. Vol. 16. Issue 6. 2007. Pp. 806–815.
92. Yingbin Feng. (2013) Effect of safety investments on safety performance of building projects. *Safety Science*. Vol. 59. 2013. Pp. 28–45.
93. Zavadskas E. K., Turskis Z., Tamošaitiene J. (2010) Risk assessment of construction projects. *Journal of Civil Engineering and Management*. Vol.16. Issue 1. 2010. Pp. 33–46.
94. Zavadskas E. K., Turskis Z., Tamosaitiene J. (2011) Selection of construction enterprises management strategy based on the SWOT and multi-criteria analysis. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. Vol. 11. Issue 4. 2011. Pp. 1063–1082.
95. Zhang X. Q., Gao H. (2010) Optimal performance-based building facility management, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. Vol. 25. Issue 4. 2010. Pp. 269–284.
96. Zhao R., Liu X. (2007) Study on multiple objective optimization method in construction project management, *Proceedings International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCom 2007*, 2007. Pp. 5312-5315.