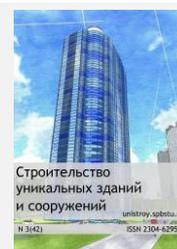




Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru

Эвристическое планирование инвестиционно-строительного проекта по физическим ресурсам

М.В. Комаринский¹, Д.А. Вестников², Н.А. Червова³

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.

Информация о статье	История	Ключевые слова
УДК 658.28	Подана в редакцию 17 марта 2016	планирование; календарный график; инвестиционно-строительный проект; эвристический; строительство;

АННОТАЦИЯ

Кратко рассмотрены существующие системы по планированию и управлению проектами некоторых отечественных и западных фирм. Отмечается, что они часто не отвечают конкретным требованиям, предъявляемых проектными строительными организациями. Главное внимание уделено основным возможностям специально разработанной на кафедре «Строительство уникальных зданий и сооружений» программы по эвристической оптимизации линейных календарных планов строительства на ПЭВМ (персональная электронно-вычислительная машина).

Содержание

1.	Введение	18
2.	Обзор литературы	19
3.	Цель работы	19
4.	Форма и содержание линейного календарного плана строительства	19
5.	Работа с пакетом «План СУЗИС»	20
6.	Заключение	24

Контактный автор:

- +7(812)2975949, komarin@cef.spbstu.ru (Комаринский Михаил Викторович, к.т.н., доцент)
- +7(812)2975949, vestnik92@mail.ru (Вестников Дмитрий Александрович, студент)
- +7(921)8997588, nikitoi@mail.ru (Червова Никита Андреевна, студент)

1. Введение

Успешное выполнение инвестиционно-строительного проекта, особенно при строительстве уникальных зданий и сооружений, во многом зависит от качественной разработки календарного плана (графика). Нахождение оптимального способа реализации проекта по времени при максимально эффективном использовании ресурсов является ключевым фактором успеха.

В доле затрат на строительство материальные физические ресурсы имеют значительную величину, поэтому их правильное планирование позволяет существенно снизить затраты на проведение инвестиционной программы строительства.

По данным календарного плана (КП) осуществляется планирование капитальных вложений, материально-техническое снабжение, определение сроков поставок и количества технологического оборудования, типов и количества строительных машин, потребности в рабочей силе, номенклатуры и мощности предприятий производственной базы строительства. Таким образом, КП является вероятностным прогнозом производственной деятельности всех участников строительства за определенный промежуток времени. Этот прогноз вероятностный, так как на ход строительства воздействует много внешних и внутренних фактов, в результате чего происходят отклонения фактических сроков от запланированных в КП. Одни работы выполняются быстрее, другие дольше, вместе с тем директивный срок строительства, определенный по КП, безусловно должен быть выполнен. Задача руководства строительства - произвести управляющие воздействия (маневр людьми, материально-техническими ресурсами и техникой, внедрение передовой технологии и т. п.) для исправления или устранения нежелательных отклонений, т.е. произвести оперативное управление.

Наибольшее распространение получила графическая интерпретация календарного плана в виде так называемой ленточной (линейной) диаграммы (диаграмма Ганта) ввиду своей наглядности и простоты.

Продолжительность работы изображается в виде линии или ленты, причем левая граница - это начало, а правая - окончание работы.

Зная перечень выполняемых работ, их последовательность и сроки выполнения, можно легко определить общий срок строительства.

На сегодняшний день наибольшее количество разнообразных компьютерных систем-программ по планированию используют термин ПРОЕКТ. В общем смысле под этим термином понимается деятельность, направленная на достижение определенной совокупности целей в ограниченные сроки и, как правило, при ограниченных наличных ресурсах. Системы для управления проектами помогают проектировщику спланировать строительство объекта по времени и по затратам, а затем контролировать ход работ и вести отчетность.

Наиболее популярными, в настоящее время, на строительном рынке являются недорогие и функциональные системы среднего класса, такие как: Time line, SuperProject, MS Project и другие программы. А также системы-программы, работающие совместно со сметными программами, например, Plan Wizard со сметной программой Wizard, MS Project с АРОС, Граф с Барс+, Гектор: Календарное планирование объектов строительства с Гектор: Сметчик строитель, программа Аккорд с АВС и профессиональная программа управления проектами Р6 фирмы Oracle Primavera со сметной программой А0, и т. п.

Любая система для управления проектами такого класса содержит:

- средства описания комплекса работ проекта, связей между работами и их временных характеристик;
- средства поддержки информации о ресурсах и затратах по проекту и назначения ресурсов затрат отдельным работам проекта, средства календарного планирования при ограниченных ресурсах;
- средства контроля за ходом выполнения проекта;
- средства создания отчетов, в том числе графическое представление структуры проекта (диаграмма Ганта, сетевая и иерархическая диаграммы).

Наряду с достоинствами таких систем имеются и недостатки. Например, эти программы не отвечают некоторым конкретным требованиям, предъявляемым строительными фирмами и организациями. Это относится, в частности, к разделу формирования, расчета и формы представления календарных планов в отчетных документах.

Существенным недостатком является равномерное назначение интенсивности работ, равное объему, деленному на продолжительность выполнения работы, и невозможность задавать разные интенсивности работ во времени. На самом деле, эта интенсивность неравномерна и меняется: в зимний период она самая маленькая, весной больше, летом самая большая, осенью меньше. То есть, зависит от климатической зоны, например, для резко континентального климата превышение от средней величины

может достигать значения 1,4 [38]. Важно учитывать этот факт и иметь возможность менять интенсивность во времени в программах календарного планирования.

2. Обзор литературы

Значительный вклад в постановке и решении задач в области организации, планирования и управления строительного комплекса внесли следующие ученые: В.А. Афанасьев [1], В.З. Величин [37], С.А. Баркалов [3-7], С.А. Болотин [8-16], В.И. Воропаев [16,17], В.Я. Мищенко [30-32], а также зарубежные ученые А. Amirjanov [39], К. Bredin, J. Söderlund [40], А. Burduk [41,42], А.Р. Chassiakos [43], S.-S. Liu, С.-J. Wang [44,45] и др.

С.А. Болотин в своих работах 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.

В.Я. Мищенко в своих работах 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.

Т.Ф. Морозовой был проведен анализ общих тенденций поточной застройки кварталов, определены основные принципы формирования таких потоков. Предложена методика формирования, расчёта и оптимизации вариантов поточной организации строительства квартальной застройки. Так же представлена технико-экономическая оценка предложенных оптимизационных решений [33,34].

Т.Л. Симанкина рассматривает в своих работах вопросы совершенствования календарного планирования ресурсосберегающих потоков с учетом аддитивности труда исполнителей и оптимизацию ресурсораспределения в календарных планах проектов производства работ [35,36].

3. Цель работы

Основной целью является создание простого программного алгоритма по эвристической оптимизации физических ресурсов инвестиционно-строительного проекта. То есть создание программы, где в работах (задачах) можно было менять в неделях, месяцах или кварталах соответствующую интенсивность работ. И можно было добиться того, чтобы итоговая суммарная интенсивность по физическому ресурсу имела плавную (без скачков и провалов) форму. Для выполнения поставленной цели надо было решить задачу по созданию программы.

4. Форма и содержание линейного календарного плана строительства

КП обычно включает левую табличную и правую графическую части. В левой части указывают наименование сооружений и комплекс работ по ним. В составе каждого комплекса работ выделяются отдельные элементы с объемами работ. Детальность разбивки комплекса работ на отдельные элементы зависит от сложности и масштабов сооружений, а также назначения данного КП. Для планов в составе ПОС (проект организации строительства) приводят обычно укрупненную номенклатуру работ. Для ППР (проект производства работ) - более расширенную номенклатуру работ. Объемы работы указывают или в физических, или в стоимостных показателях.

В правой части плана линиями ("колбасками") показывают продолжительности и сроки выполнения отдельных видов работ. Числа над линиями указывают интенсивность ведения работ в физических или стоимостных показателях.

Продолжительность выполнения работ определяется в днях, исходя из затрат труда и машинного времени на каждой работе, численного состава бригад и количества машин.

Продолжительность механизированных работ должна устанавливаться только исходя из производительности машин. Поэтому вначале рассчитывают продолжительность механизированных работ, ритм которых диктует все построение графика, а затем - продолжительность работ, выполняемых вручную.

Итак, продолжительность [2] немеханизированных работ (частично механизированных) рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{Q}{N \times n}, \quad (1)$$

где T - продолжительность работы, дни;
Q- трудоемкость работы, чел.-дн.;
N - количество рабочих в смену, чел.;

n - сменность работы, $n = 1, 2$ или 3 .

Продолжительность выполнения механизированных работ определяется по формуле:

$$T = \frac{M}{K \times n}, \quad (2)$$

где M - затраты машинного времени на производство работы, маш.-см.;
 K - число машин, участвующих в выполнении работы.

Если работа включает механизированные и немеханизированные процессы, то продолжительность такой работы принимается по большей величине из рассчитанных по формулам (1) и (2).

Однако, следует отметить, что производительность машин, определенная по нормам, не соответствует реальной производительности, так как в нормах задаются значения трудоемкости для новых машин, без учета их амортизации. Этот факт следует учитывать при задании продолжительности работы [18-20, 27-29].

Под линейной графической частью КП приводят суммарные графики интенсивности ведения работ по отдельным объектам в комплексе или в целом по объекту, графики движения рабочей силы, графики распределения капиталовложений и т. д. [21-26]. По суммарным графикам интенсивностей работ подбираются строительные машины, и определяется их количество.

В КП целесообразно также выделять продолжительность и сроки отдельных периодов и этапов работ.

На кафедре СУЗИС была создана программа "План СУЗИС", отвечающая определенным требованиям строительных организаций при планировании строительства. Самое главное требование – эвристическая оптимизация (редактирование) графиков работ по физическим ресурсам и вывод календарного плана на печать в заданной форме.

5. Работа с пакетом "План СУЗИС"

5.1 Общие сведения по программе

Комплекс состоит из трех EXE модулей (файлов) и одного вспомогательного файла для импорта в систему ACAD:

- Plan.exe - основной файл для формирования, расчета и оптимизации календарных графиков.
 - Print.exe - вспомогательный файл печати выходного документа на принтере.
 - Plot.exe - вспомогательный файл для формирования файлов - чертежей календарных графиков для системы ACAD и
 - Dx1.dx - вспомогательный файл программы plot.exe для импорта в формат dxf системы ACAD.
- Остальные файлы формируются программой Plan.exe :
- с расширением lsb - файл календарного графика;
 - с расширением Onm - файл списка наименований объектов;
 - с расширением Bnm - файл списка наименований сооружений;
 - с расширением Wnm - файл списка наименований работ.

5.2 Загрузка файла

Загружаем заранее созданный файл – работы нулевого цикла (рис.1).

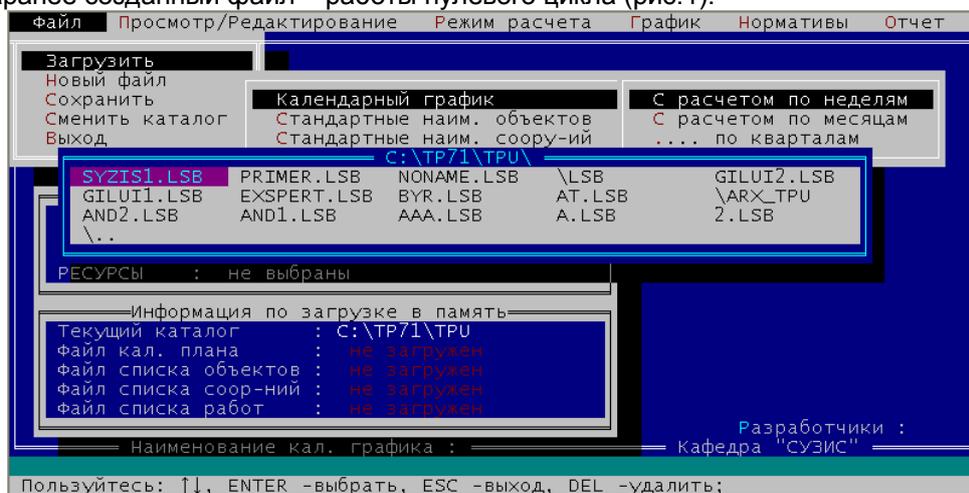


Рис.1. Интерфейс программы План СУЗИС. Загрузка файла.

5.3 Расчет проекта

Режим расчета выбираем по работе - укладка бетона по физ. объемам (рис.2).

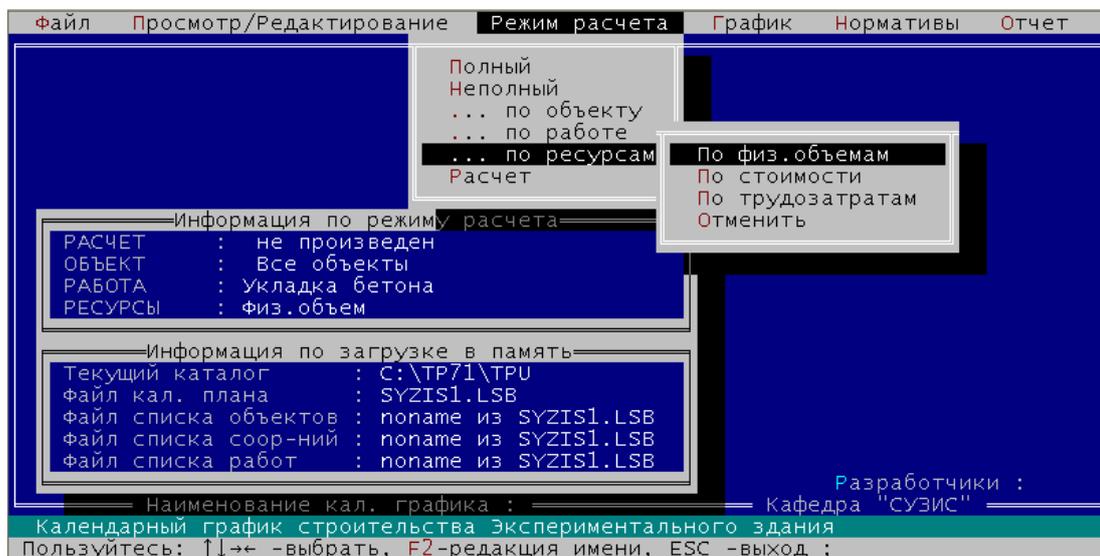


Рис.2. Интерфейс программы. Режим расчета - по ресурсам физических объемов

5.4 Вывод графика на монитор компьютера

Расчет произвели по работе – укладка бетона (рис.3). Видна неравномерность гистограммы интенсивностей.

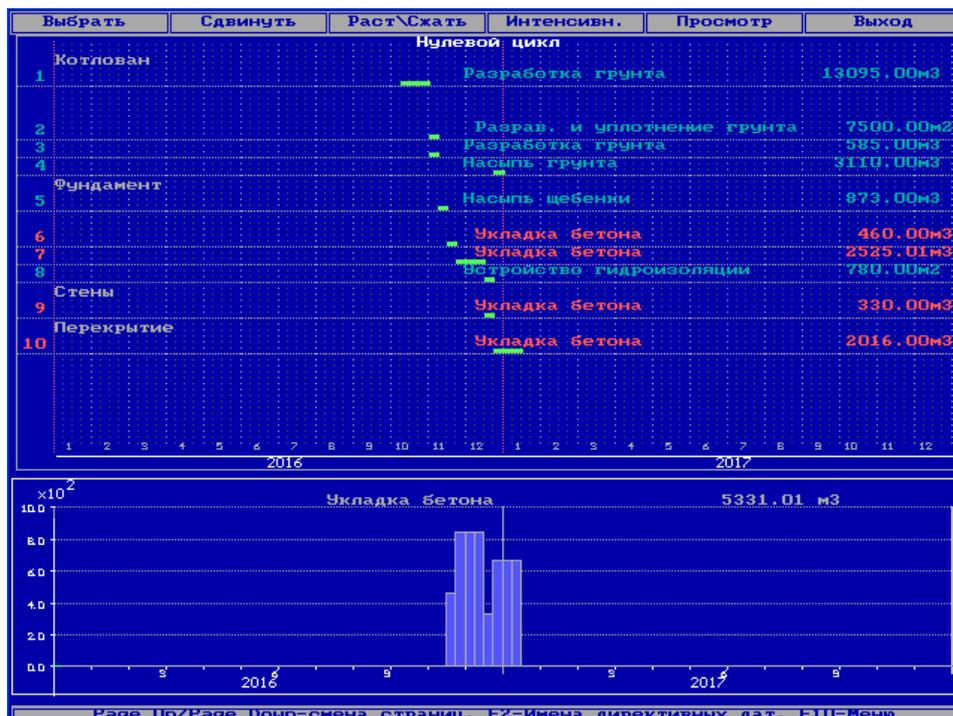


Рис.3. Вывод графика на монитор компьютера.

5.5 Возможности эвристической оптимизации

Редактирование интенсивности (Рис.4).



Рис.4. Редактирование интенсивности.

Создан уникальный алгоритм редактирования интенсивности. Интенсивность в каждую единицу времени (на рисунке неделя) можно увеличивать, уменьшать, удалять, т. е. устраивать разрыв в работе. Самое главное, чтобы в итоге баланс был равен нулю, иначе работа по интенсивности пересчитается по объему.

Редактирование интенсивности (Рис.5). Удаление части работы.



Рис.5. Удаление части работы

Редактирование (Рис.6). Сдвиг работ.

Видно на рис.6, что часть работы удалена N7, а работа N1 сдвинута. Аналогична работа с пунктом меню Растянуть\Сжать.

Выбрать	Сдвинуть	Раст\Сжать	Интенсивн.	Просмотр	Выход
Нулевой цикл					
1			Разработка грунта		13095.00м3
2			Разраб. и уплотнение грунта		7500.00м2
3			Разработка грунта		585.00м3
4			Насыпь грунта		3110.00м3
Фундамент					
5			Насыпь щебенки		873.00м3
6			Укладка бетона		460.00м3
7			Укладка бетона		1683.34м3
8			Устройство гидроизоляции		780.00м2
Стены					
9			Укладка бетона		330.00м3
Перекрытие					
10			Укладка бетона		2016.00м3

Рис.6. Часть работы – N7 укладка бетона удалена. Сдвиг работы – N1 разработка грунта.

Пример эвристической оптимизации (Рис.7). До оптимизации.

Изначально программа для каждой работы определяет среднюю интенсивность, равную частному от деления объема на продолжительность (неделя, месяц, квартал). Под гистограммой выводится – *Исходный объем: Интенсивность: Баланс*: Пользователь имеет возможность редактировать средние интенсивности эвристически, то есть в силу своего опыта и знаний. Изменяя среднюю интенсивность, следует следить, чтобы баланс был равен нулю. В противном случае произойдет перерасчет объема работ.

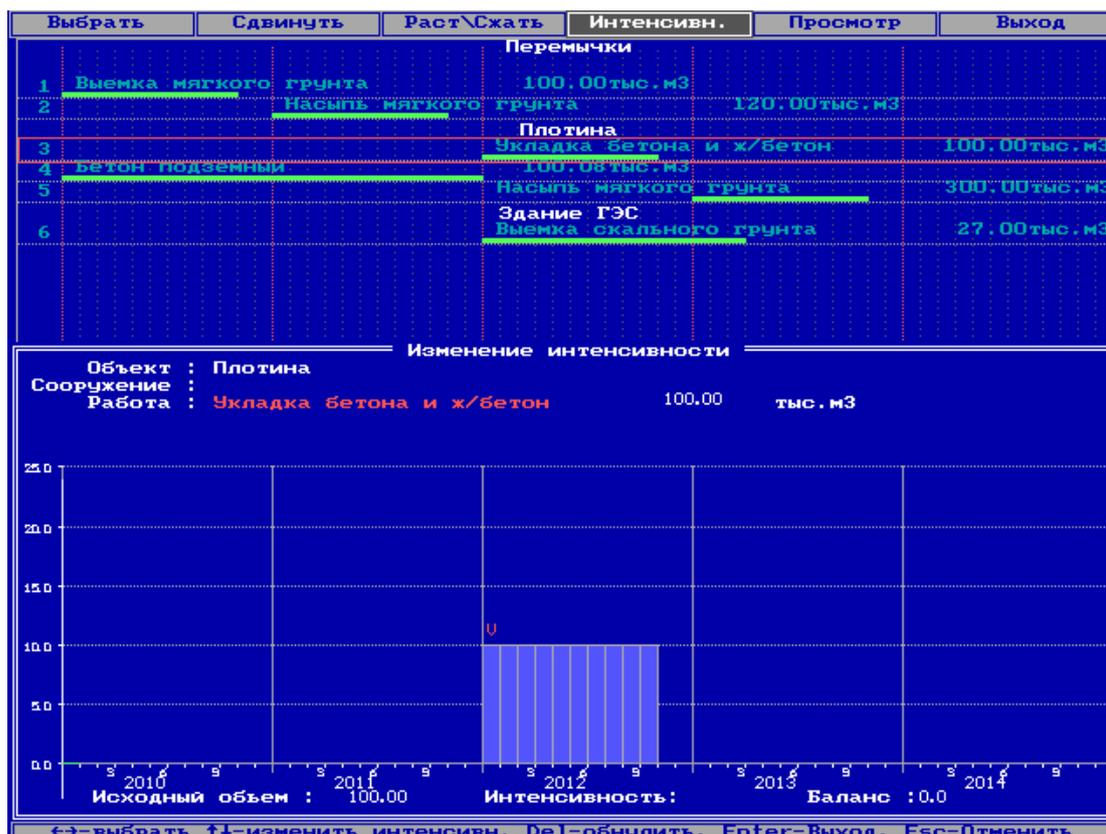


Рис.7. Работа N3 укладка бетона и ж/бетона. Интенсивность по времени равномерна.

Оптимизируем работу как показано на рис. 8.

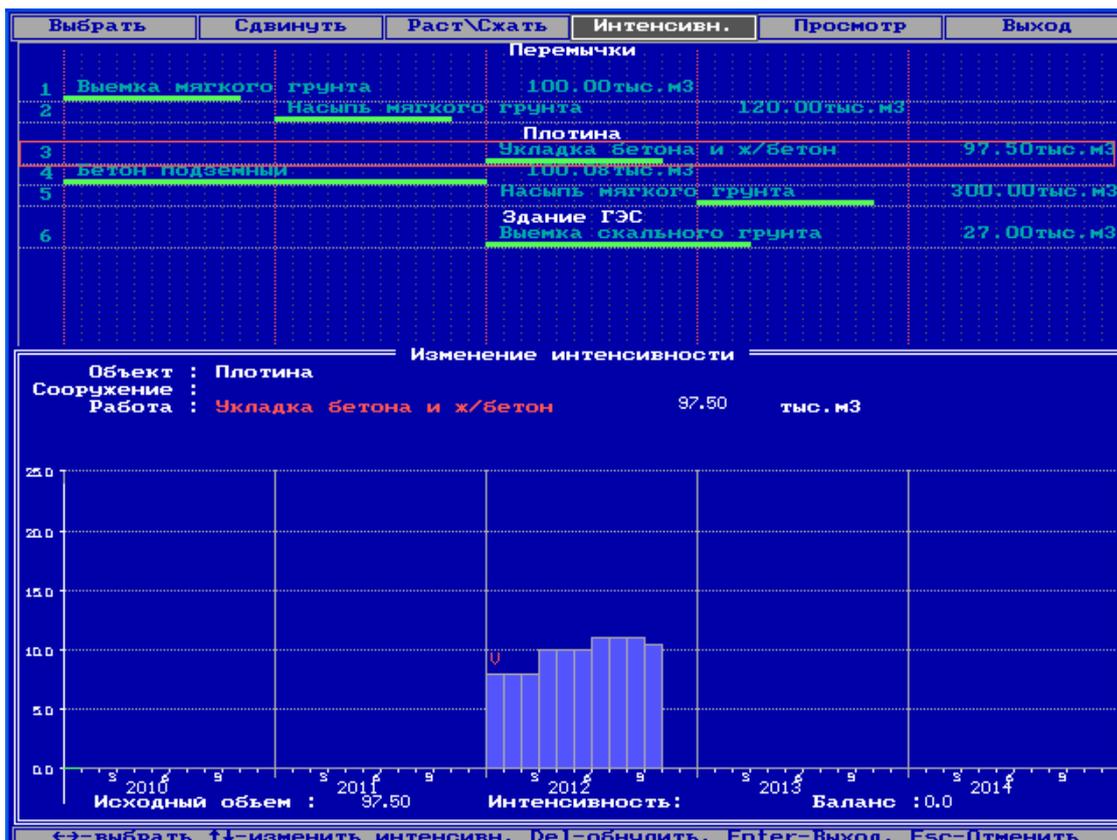


Рис.8. Работа №3 укладка бетона и ж/бетона. Интенсивность по времени оптимизирована.

6. Заключение

Проанализировано программное обеспечение отечественного и зарубежного календарного планирования в инвестиционно-строительном комплексе. Отмечено, что они не имеют возможности задавать переменную интенсивность работ во времени.

На кафедре СУЗИС разработан уникальный алгоритм программы, позволяющий эвристически задавать разную интенсивность ведения работ у физических ресурсов, что позволяет более точно рассчитывать производительность машин, их количество при планировании строительных процессов.

Литература

- [1]. Афанасьев В. А. Поточная организация строительства. Ленинград: Стройиздат, 1990. 160 с.
- [2]. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. Москва, 2006. 608 с.
- [3]. Аснина А.Я., Баркалов С.А., Нильга О.С. Оптимизация финансового результата инвестиционной программы // Экономика и менеджмент систем управления. 2012. №1. С. 4-9.
- [4]. Баркалов С.А., Воротилина М.А., Курочка П.Н., Потапенко А.М. Распределение ресурсов по минимальной продолжительности работ // Системы управления и информационные технологии. 2005. № 2(19). С. 64-67.
- [5]. 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.
- [6]. Баркалов С.А., Ефремов М.А., Калугин Р.П., Половинкина А.И. Модель выбора варианта проекта на основе комплексного оценивания // Системы управления и информационные технологии. 2007. № 4(30). С. 61-63.
- [7]. 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.
- [8]. 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.
- [9]. 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.
- [10]. Болотин С.А., Дадар А.Х., Птухина И.С. Совершенствование метода PERT в статическом моделировании календарных планов // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 2. С. 132-138.
- [11]. Болотин С.А., Мещанинов И.Ю. Методика оценки чувствительности схемы реализации комбинаторной оптимизации очередности освоения объектов // Вестник гражданских инженеров. 2009. № 2. С. 20-24
- [12]. 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.
- [13]. Болотин С.А. Основы методологии современного архитектурно-строительного, организационно-технологического и энергоресурсосберегающего проектирования // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 1. С. 143-148.
- [14]. 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.
- [15]. Болотин С.А., Гурина 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.
- [16]. Воропаев В.В. Особенности управления проектами в условиях кризиса // Управление проектами и программами. 2009. №3. С. 206-209.
- [17]. Воропаев В.И., Гельруд Я.Д. Математические модели проектного управления для заинтересованных сторон // Управление проектами и программами. 2012. №4. С. 258-269.
- [18]. Комаринский М.В., Червова Н.А. Транспорт бетонной смеси при строительстве уникальных зданий и сооружений // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 1 (28). С. 6-31.
- [19]. Комаринский М.В. Производительность поршневого бетононасоса // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 6 (11). С. 43-49.
- [20]. Телешев В.И., Ватин Н.И., Марчук А.Н., Комаринский М.В. Производство гидротехнических работ // Учебник для вузов: в двух частях. Часть 1 Общие вопросы строительства. Земляные и бетонные работы. Москва, 2012. С. 121-125.
- [21]. Кузьменко Д.В., Митяев И.С., Комаринский М.В. Управление планированием строительства по сметным данным с помощью программного комплекса "арос-аргус" // XXXII неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научно-технической конференции. 2004. С. 146-147.
- [22]. Ильина Н.С., Морозова Т.Ф., Комаринский М.В. Планирование капитального ремонта с помощью системы "time line" // XXXII неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научно-технической конференции. 2004. С. 147-148.
- [23]. Бызова К.В., Комаринский М.В. Календаризация строительства с использованием «ms project» // XXXII неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научно-технической конференции. 2004. С. 148-149.
- [24]. Телешев В.И., Комаринский М.В. Программный комплекс "galgraph" по расчету и эвристической оптимизации линейных календарных планов гидростроительства на пэвм // Энергетика, гидротехника. Сборник научных трудов СПбГТУ. К 100-летию со дня основания университета. 1998. С. 70-79.
- [25]. Комаринский М.В., Телешев В.И. Программный комплекс "calgraph" по расчету и эвристической оптимизации линейных календарных планов гидростроительства на пэвм // Санкт-Петербург, 1997.

- [26]. Комаринский М.В., Казанцев Б.Э., Телешев В.И. Определение сметной стоимости гидростроительства по укрупненным показателям стоимости на пэвм // Санкт-Петербург, 1997.
- [27]. Телешев В.И., Комаринский М.В., Данилов В.М., Рыжов В.А. Исследования и опыт применения бетононасосного транспорта на строительстве шульбинской гзс // Гидротехническое строительство. 1990. № 10. С. 38-43.
- [28]. Комаринский М.В. Возведение железобетонных гидротехнических сооружений с применением бетононасосной технологии // Ленинградский политехнический институт им. М. И. Калинина. Ленинград, 1989.
- [29]. Телешев В.И., Данилов В.М., Комаринский М.В. Перспективы применения бетононасосного транспорта в гидротехническом строительстве // Гидротехническое строительство. 1986. № 6. С. 34-38.
- [30]. 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.
- [31]. Мищенко В.Я., Емельянов Д.И., Тихоненко А.А., Старцев Р.В. Стохастические алгоритмы в решении многокритериальных задач оптимизации распределения ресурсов при планировании строительно-монтажных работ // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2012. № 1. С. 92-97.
- [32]. Мищенко В.Я., Драпалюк Д.А., Зубцова Ю.М., Солнцев Е.А. Обеспечение организационно-технологической надежности при воспроизводстве и развитии строительных объектов // Научный вестник воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. 2010. № 1. С. 69-73.
- [33]. Морозова Т.Ф., Боковая Н.Н., Ся Цзямин. Организация поточной застройки кварталов объектами соцкультбыта // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 1(6). С. 36-46.
- [34]. 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.
- [35]. Ильченко Д.П., Симанкина Т.Л., Романович М.А. Корректировка календарного плана ремонтно-строительных работ на основе метода замещения плановых работ // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 2 (37). С. 125-130.
- [36]. Болотин С.А., Гущина Ю.В., Симанкина Т.Л. Локальная и глобальная оптимизация ресурсораспределения в календарных планах проектов производства работ // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2004. № 6. С. 46-50.
- [37]. Хибухин В.П., Величкин В.З., Втюрин В.И. Математические методы планирования и управления строительством. Л.: Стройиздат, 1990. 184 с.
- [38]. Телешев В.И. Бетонные работы в гидротехническом строительстве. Теоретические основы требований к технологии бетонных работ // Учебное пособие.-СПб. 1992. С.88-92.
- [39]. Amirjanov A. (2006). The development of a changing range genetic algorithm. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 2006. Issue. 195(19-22). Pp. 2495-2508.
- [40]. 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.
- [41]. Burduk A., Chlebus E. (2009). Methods of risk evaluation in manufacturing systems. Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2009. Vol. 9. Issue 3. Pp. 17-30.
- [42]. Chassiakos A.P., Sakellariopoulos S.P. (2005). Time-cost optimization of construction projects with generalized activity constraints. J. Constr. Eng. Manag. 2005. ASCE 131 (10). Pp. 1115-1124.
- [43]. Chen S.-M., Griffis F. H., Chen P.-H., Chang L.-M. (2012). Simulation and analytical techniques for construction resource planning and scheduling. Automation in Construction. 2012. Issue 21. Pp. 99-113.
- [44]. Liu S.-S., Wang C.-J. (2011). Optimizing project selection and scheduling problems with time-dependent resource constraints. Automation in Construction. 2011. Vol. 20. Issue 8. Pp. 1110-1119.
- [45]. Liu S.-S., Wang C.-J. (2012). Optimizing linear project scheduling with multi-skilled crews. Automation in Construction. 2012. Issue 24. Pp. 16-23.
- [46]. Amirjanov A., Sobolev K. (2007). The simulation of particulate materials packing using a particle suspension model. 2007. Vol. 18. Issue 3. Pp. 261-271.
- [47]. Amirjanov A., Sobolev K. (2006). Genetic algorithm for cost optimization of modified multi-component binders. Building and Environment. 2006. Vol. 41. Issue 2. Pp. 195-203.
- [48]. Chassiakos A.P., Sakellariopoulos S.P. (2004). Project time-cost analysis under generalised precedence relations. Advances in Engineering Software. 2004. Vol. 35. Issues 10-11. Pp. 715-724.

Heuristic planning of investment and construction project using natural resources

M.V. Komarinskiy¹, D.A. Vestnikov², N.A. Chervova³

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO	Article history	Keywords
scientific article	Received 17 March 2016	plan; schedule; investment and construction projects;
doi:		heuristic; construction;

ABSTRACT

Briefly reviewed the existing system for planning and project management of some national and foreign firms. It is noted that they often do not meet the specific requirements for the design building organizations. The main attention is paid to the basic capabilities of a specially developed at the Department of construction of unique buildings and structures programs for heuristic optimization of linear schedules construction on PC.

Corresponding author:

1. +7(812)2975949, komarin@cef.spbstu.ru (Mikhail Victorovich Komarinskiy, PhD, Associate Professor)
2. +7(812)2975949, vestnik92@mail.ru (Dmitry Aleksandrovich Vestnikov, Student)
3. +7(921)8997588, nikitoi@mail.ru (Nikita Andreevna Chervova, Student)

References

- [1]. Afanasev V. A. Potochnaya organizatsiya stroitelstva [Streamer construction]. Leningrad : Stroyizdat, 1990. 160 p. (rus)
- [2]. Dikman L. G. Organizatsiya stroitel'nogo proizvodstva [Organization of building production]. Moscow: 2006. 608 p. (rus)
- [3]. Asnina A. Ya., Barkalov S. A., Nilga O. S. Optimizatsiya finansovogo rezultata investitsionnoy programmy [Optimization of the financial result of the investment program]. *Ekonomika i menedzhment sistem upravleniya*. 2012. No. 1. Pp. 4-9. (rus)
- [4]. Barkalov S. A., Vorotilina M. A., Kurochka P. N., Potapenko A. M. Raspredelenie resursov po minimalnoy prodolzhitel'nosti rabot [Allocation of resources for the minimum duration of the works]. *Sistemy upravleniya i informatsionnyye tehnologii*. 2005. No. 2(19). Pp. 64-67. (rus)
- [5]. Barkalov S. A., Kotenko A. M., Fedorova I. V. Zadacha kalendarnogo planirovaniya s ogranichennymi resursami pri nehotkih prodolzhitel'nostyah rabot [Task of scheduling with limited resources at indistinct durations of works]. *Sistemy upravleniya i informatsionnyye tehnologii*. 2005. No. 4(21). Pp. 37-40. (rus)
- [6]. Barkalov S. A., Efremov M. A., Kalugin R. P., Polovinkina A. I. Model vyibora varianta proekta na osnove kompleksnogo otsenivaniya [Model of the choice of version of the project on the basis of complex estimation]. *Sistemy upravleniya i informatsionnyye tehnologii*. 2007. No. 4(30). Pp. 61-63. (rus)
- [7]. Borodin A. R., Barkalov S. A., Syichev A. P. Modelirovanie optimalnoy ocherednosti realizatsii innovatsionnykh proektov [Modeling of optimum sequence of implementation of innovative projects]. *Vestnik moskovskogo avtomobilno-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)*. 2008. No. 4. Pp. 77-81. (rus)
- [8]. Bolotin S. A., Vihrov A. N., Gladiy N. Ya. Minimizatsiya skorosti vyipolneniya stroitel'nykh rabot v programme upravleniya proektom MicrosoftOffice [Minimization of speed of performance construction works in the MicrosoftOffice Project program]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy*. 2006. No. 6. Pp. 42-46. (rus)
- [9]. Bolotin S. A., Dadar A. H., Ptuhiina I. S. Imitatsiya kalendarnogo planirovaniya v programmah informatsionnogo modelirovaniya zdaniy i regressionnaya detalizatsiya norm prodolzhitel'nostey stroitelstva [Imitation of scheduling in programs of information modeling of buildings and regression specification of norms of durations of construction]. *Inzhenerno-stroitel'nyy zhurnal*. 2011. No. 7. Pp. 82-86. (rus)
- [10]. Bolotin S. A., Dadar A. H., Ptuhiina I. S. Sovershenstvovanie metoda PERT v staticheskom modelirovanii kalendarnykh planov [Improvement of the PERT method in static modeling of planned schedules]. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*. 2012. No. 2. Pp. 132-138. (rus)
- [11]. Bolotin S.A., Meschaninov I. Yu. Metodika otsenki chuvstvitel'nosti shemy realizatsii kombinatornoy optimizatsii ocherednosti osvoeniya ob'ektov [Methods of assessing the sensitivity of the circuit implementation of combinatorial optimization priority development sites]. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*. 2009. No. 2. Pp. 20-24. (rus)
- [12]. Bolotin S. A., Vihrov A. N., Gladiy N. Ya. Regressionnoe raspredelenie uscherba pri otklonenii planiruemykh i fakticheskikh harakteristik vyipolneniya rabot [Regression distribution of damage caused by a deviation of the planned and actual performance characteristics of works]. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*. 2006. No. 2. Pp. 94-101. (rus)
- [13]. Bolotin S. A. Osnovnyy metodologii sovremennogo arhitekturno-stroitel'nogo, organizatsionno-tekhnologicheskogo i energoresursosberegayushchego proektirovaniya [Methodology of modern architectural and construction, organizational and technological and power resource-saving design]. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*. 2012. No. 1. Pp. 143-148. (rus)
- [14]. Bolotin S. A., Klimov S. E. Strahovanie uscherba ot nesvoevremennogo vyipolneniya stroitelstva na osnove statisticheskogo modelirovaniya [Insurance losses from untimely performance of the construction on the basis of statistical modeling]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo*. 2004. No. 11. Pp. 52-56. (rus)
- [15]. Bolotin S. A., Gugina Yu. B., Nefedova V. K. Metodika otsenki kalendarnogo plana v programme upravleniya proektom, orientirovannaya na obosnovanie investitsiy v stroitelstvo [Methodology to evaluate the schedule in the project management program focused on support of investments in construction]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo*. 2003. No. 9. Pp. 87-90. (rus)
- [16]. Voropaev V. V. Osobennosti upravleniya proektami v usloviyakh krizisa [Features of project management in a crisis]. *Upravlenie proektami i programmami*. 2009. No. 3. Pp. 206-209. (rus)
- [17]. Voropaev V. I., Gelrud Ya. D. Matematicheskie modeli proektnogo upravleniya dlya zainteresovannykh storon [Mathematical models of project management for interested parties]. *Upravlenie proektami i programmami*. 2012. No. 4. Pp. 258-269. (rus)
- [18]. Komarinskiy M. V., Chervova N. A. Transport betonnoy smesi pri stroitel'stve unikalnykh zdaniy i sooruzheniy [Transport of concrete in the construction of unique buildings and structures]. *Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy*. 2015. No. 1 (28). Pp. 6-31. (rus)
- [19]. Komarinskiy M. V. Proizvoditel'nost porshnevogo betononasosa [Productivity of the piston concrete pump]. *Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy*. 2013. No. 6 (11). Pp. 43-49. (rus)
- [20]. Teleshev V. I., Vatin N. I., Marchuk A. N., Komarinskiy M. V. Obschie voprosy stroitel'stva. Zemlyaniye i betonnyye raboty. Proizvodstvo gidrotekhnicheskikh rabot [General questions of construction. Earth and concrete works. Production of hydrotechnical works.]. Moscow, 2012. Pp. 121-125. (rus)

- [21].Kuzmenko D. V., Mityaev I. S., Komarinskiy M. V. Upravlenie planirovaniem stroitelstva po smetnym dannym s pomoschyu programmnoy kompleksa "aros-argus" [Planning construction on the estimated data using software package AROS-Argus]. XXXII Scientific and Technical Conference Nedelya nauki SPbGPU. 2004. Pp. 146-147. (rus)
- [22].Ilina N. S., Morozova T. F., Komarinskiy M. V. Planirovanie kapitalnogo remonta s pomoschyu sistemoy "time line" [Planning of capital repairs by means of the time line system]. XXXII Scientific and Technical Conference Nedelya nauki SPbGPU. 2004. Pp. 147-148. (rus)
- [23].Byzova K. V., Komarinskiy M. V. Kalendarizatsiya stroitelstva s ispolzovaniem «ms project» [Kalendarization of constructions using Microsoft Project system]. XXXII Scientific and Technical Conference Nedelya nauki SPbGPU. 2004. Pp. 148-149. (rus)
- [24].Teleshev V. I., Komarinskiy M. V. Programmnyy kompleks "galgraph" po raschetu i evristicheskoy optimizatsii lineynykh kalendarnykh planov gidrostroytelstva na pevm [The software package Galgraph calculation and heuristic optimization of linear calendar hydro plans for PC]. Energetika, gidrotehnika. Sbornik nauchnykh trudov SPbGTU. 1998. Pp. 70-79. (rus)
- [25].Komarinskiy M. V., Teleshev V. I. Programmnyy kompleks "calgraph" po raschetu i evristicheskoy optimizatsii lineynykh kalendarnykh planov gidrostroytelstva na pevm [The software package Galgraph calculation and heuristic optimization of linear calendar hydro plans for PC]. Saint-Petersburg, 1997. (rus)
- [26].Komarinskiy M. V., Kazantsev B. E., Teleshev V. I. Opredelenie smetnoy stoimosti gidrostroytelstva po ukрупnennym pokazatelyam stoimosti na pevm [Determination of the estimated cost of hydroconstruction with PC aggregate value]. Saint-Petersburg, 1997. (rus)
- [27].Teleshev V. I., Komarinskiy M. V., Danilov V. M., Ryzhov V. A. Issledovaniya i opyt primeneniya betononasosnogo transporta na stroitelstve shulbinskoy ges [Research and experience of concrete-pumping vehicle in the construction of Shulba's hydroelectric power station]. Gidrotehnicheskoe stroitelstvo. 1990. No. 10. Pp. 38-43. (rus)
- [28].Komarinskiy M. V. Vozvedenie zhelezobetonnykh gidrotehnicheskikh sooruzheniy s primeneniem betononasosnoy tehnologii [Construction of concrete hydraulic structures using concrete-pumping technology]. Leningradskiy politehnicheskii institut im. M. I. Kalinina. Leningrad, 1989. (rus)
- [29].Teleshev V. I., Danilov V. M., Komarinskiy M. V. Perspektivy primeneniya betononasosnogo transporta v gidrotehnicheskoy stroitelstve [Prospects of concrete-pumping vehicle in hydraulic engineering]. Gidrotehnicheskoe stroitelstvo. 1986. No. 6. Pp. 34-38. (rus)
- [30].Mischenko V. Ya., Emelyanov D. I., Anoprienko E. G. Puti sovershenstvovaniya planirovaniya rabot po stroitelstvu i tehnicheskoy ekspluatatsii kompleksa ob'ektov nedvizhimosti [Ways of improving the planning of construction and technical operation of the complex houses]. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. 2007. No. 6. Pp. 38-40. (rus)
- [31].Mischenko V. Ya., Emelyanov D. I., Tihonenko A. A., Startsev R. V. Stokhasticheskie algoritmy v reshenii mnogokriterialnykh zadach optimizatsii raspredeleniya resursov pri planirovanii stroitelno-montaznykh rabot [Stochastic algorithms for solving multiobjective optimization problems of resource allocation in the planning of construction and installation work]. Nauchnyy vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitelstvo i arhitektura. 2012. No. 1. Pp. 92-97. (rus)
- [32].Mischenko V. Ya., Drapalyuk D. A., Zubtsova Yu. M., Solntsev E. A. Obespechenie organizatsionno-technologicheskoy nadezhnosti pri vosproizvodstve i razvitiy stroitelnykh ob'ektov [Providing organizational and technological reliability in the reproduction and development of construction projects]. Nauchnyy vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Stroitelstvo i arhitektura. 2010. No. 1. Pp. 69-73. (rus)
- [33].Morozova T. F., Bokovaya N. N., Sya Tszyamin, Organizatsiya potochnoy zastroyki kvartalov ob'ektami sotskultbyita [Organization of line building of quarters social and cultural facilities]. Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2013. No. 1(6). Pp. 36-46. (rus)
- [34].Ptuhin I. A., Morozova T. F., Rakova K. M. Formirovanie otvetstvennosti uchastnikov stroitelstva za narusheniye kalendarnykh srokov vypolneniya rabot po metodu PERT [Formation of the responsibility for violation of participants in the construction calendar timing of work on PERT method]. Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. 2014. No. 3(18). Pp. 57-71. (rus)
- [35].Ilchenko D. P., Simankina T. L., Romanovich M. A.. Korrektirovka kalendarnogo plana remontno-stroitelnykh rabot na osnove metoda zamescheniya planovykh rabot [Adjustment schedule of construction works on the basis of planned works substitution method]. Vestnik grazhdanskih inzhenerov. 2013. No. 2 (37). Pp. 125-130. (rus)
- [36].Bolotin S. A., Guschina Yu. V., Simankina T. L. Lokalnaya i globalnaya optimizatsiya resursoraspredeleniya v kalendarnykh planakh proektov proizvodstva rabot [Local and global optimization of resource allocation in the work schedule of production projects]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo. 2004. No. 6. Pp. 46-50. (rus)
- [37].Hibuhin V. P., Velichkin V. Z., Vtyurin V. I. Matematicheskie metody planirovaniya i upravleniya stroitelstvom [Mathematical methods of planning and construction management]. Leningrad : Stroyizdat, 1990. 184 p. (rus)
- [38].Teleshev V.I. Betonnyye raboty v gidrotehnicheskoy stroitelstve. Teoreticheskie osnovy trebovaniy k tehnologii betonnykh rabot [Concrete work in hydraulic engineering. Theoretical basis of the requirements for technologies concrete works]. Uchebnoe posobie. Saint-Petersburg, 1992. Pp. 88-92. (rus)
- [39].Amirjanov A. The development of a changing range genetic algorithm. Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering. 2006. Issue. 195(19-22). Pp. 2495-2508.

- [40].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.
- [41].Burduk A., Chlebus E. Methods of risk evaluation in manufacturing systems. Archives of Civil and Mechanical Engineering. 2009. Vol. 9. Issue 3. Pp. 17–30.
- [42].Chassiakos A.P., Sakellariopoulos S.P. Time–cost optimization of construction projects with generalized activity constraints. J. Constr. Eng. Manag. 2005. ASCE 131 (10). Pp. 1115–1124.
- [43].Chen S.-M., Griffis F. H., Chen P.-H., Chang L.-M. Simulation and analytical techniques for construction resource planning and scheduling. Automation in Construction. 2012. Issue 21. Pp. 99–113.
- [44].Liu S.-S., Wang C.-J. (2011). Optimizing project selection and scheduling problems with time-dependent resource constraints. Automation in Construction. 2011. Vol. 20. Issue 8. Pp. 1110–1119.
- [45].Liu S.-S., Wang C.-J. Optimizing linear project scheduling with multi-skilled crews. Automation in Construction. 2012. Issue 24. Pp. 16–23.
- [46].Amirjanov A., Sobolev K. The simulation of particulate materials packing using a particle suspension model. 2007. Vol. 18. Issue 3. Pp. 261-271.
- [47].Amirjanov A., Sobolev K. Genetic algorithm for cost optimization of modified multi-component binders. Building and Environment. 2006. Vol. 41. Issue 2. Pp. 195-203.
- [48].Chassiakos A.P., Sakellariopoulos S.P. Project time–cost analysis under generalised precedence relations. Advances in Engineering Software. 2004. Vol. 35. Issues 10-11. Pp. 715–724.

Комаринский М.В., Вестников Д.А., Червова Н.А., Эвристическое планирование инвестиционно-строительного проекта по физическим ресурсам // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №3 (42). С. 17-30.

Komarinskiy M.V., Vestnikov D.A., Chervova N.A. Heuristic planning of investment and construction project using natural resources. Construction of Unique Buildings and Structures, 2016, 3 (42), Pp. 17-30. (rus)