

Методы сетевого планирования и управления при реализации проектов планировки территории

Илья Леонидович КИЕВСКИЙ, кандидат технических наук, генеральный директор

Сергей Александрович СЕМЕНОВ, зам. генерального директора по информационным технологиям

Илья Борисович ГРИШУТИН, начальник отдела внедрения информационных систем и результатов научных исследований

Сергей Сергеевич МИНАКОВ, зам. начальника отдела внедрения информационных систем и результатов научных исследований

ООО НПЦ «Развитие города», 129090 Москва, просп. Мира, 19, стр. 3, e-mail: mail@dev-city.ru

Аннотация. Успешность реализации Программы реновации жилищного фонда в городе Москве зависит от эффективности управления ресурсами. Один из основных градостроительных документов, определяющих характер реорганизации жилых кварталов, вошедших в программу реновации, – это проект планировки территории. Реализация проекта планировки является комплексным процессом, имеющим временную точку своего начала и завершения, а также включающим в себя комплекс взаимозависимых параллельно-последовательных мероприятий. С организационной точки зрения для осуществления проекта удобно использовать методы сетевого планирования и управления. В основе этих методов лежит построение сетевых моделей, в том числе ее разновидностей – диаграммы Ганта. Для моделирования реализации проектов планировки разработано специальное приложение. В статье рассмотрены основные принципы и элементы моделирования. Приведен перечень основных параметров реализации программы реновации, полученных с помощью разработанного программного обеспечения для моделирования. Предложены варианты использования полученных результатов для проведения комплексного анализа реализации масштабных городских проектов.

Ключевые слова: реновация, методы сетевого планирования, проект планировки территории, моделирование процессов реновации, программное приложение для моделирования, основные параметры программы реновации, комплексный анализ масштабных городских проектов.

METHODS OF NETWORK PLANNING AND MANAGEMENT WHEN IMPLEMENTING TERRITORY PLANNING PROJECTS

Il'ya L. KIEVSKIY

Sergey A. SEMENOV

Il'ya B. GRISHUTIN

Sergey S. MINAKOV

Research and Design Center "City Development", Prospect Mira, 19, str. 3, Moscow 129090, Russian Federation, e-mail: mail@dev-city.ru

Abstract. The success of the Program of housing stock renovation in Moscow depends on the efficiency of resource management. One of the main urban planning documents that determine the nature of the reorganization of residential areas included in the Program of renovation is the territory planning project. The implementation of the planning project is a complex process that has a time point of its beginning and end, and also includes a set of interdependent parallel-sequential activities. From an organizational point of view, it is convenient to use network planning and management methods for project implementation. These methods are based on the construction of network models, including its varieties – a Gantt chart. A special application has been developed to simulate the implementation of planning projects. The article describes the basic principles and elements of modeling. The list of the main implementation parameters of the Program of renovation obtained with the help of the developed software for modeling is presented. The variants of using the results obtained for a comprehensive analysis of the implementation of large-scale urban projects are proposed.

Key words: renovation, network planning methods, territory planning project, modeling of renovation processes, software application for modeling, main parameters of Program of renovation, comprehensive analysis of large-scale urban projects.

Программа реновации жилищного фонда в городе Москве (далее программа) – это крупномасштабный городской проект рассредоточенного строитель-

ства [1], требующий мобилизации значительных человеческих, промышленных и финансовых ресурсов. Успешность ее реализации во много зависит от эффек-

тивности управления этими ресурсами. В статье излагаются предлагаемые подходы по организации планирования процессов реализации программы, да-

ется описание разработанного программного обеспечения, предназначенного для моделирования этих процессов.

Одним из основных градостроительных документов, определяющих характер реорганизации жилых кварталов и вошедших в программу реновации, является проект планировки территории. В соответствии с Градостроительным кодексом РФ проект планировки разрабатывается для выделения элементов планировочной структуры, установления границ территорий общего пользования, границ зон планируемого размещения объектов капитального строительства, определения характеристик и очередности планируемого развития территории.

Этот разрабатываемый документ охватывает практически все градостроительные аспекты реорганизуемой территории. Он включает в себя планировочные решения рассматриваемой территории, описывает характеристики объектов капитального строительства жилого, производственного, общественно-делового и иного назначения. Также в этом документе определяются параметры необходимых для функционирования указанных объектов и обеспечения жизнедеятельности граждан объектов коммунальной, транспортной и социальной инфраструктуры.

Еще одной важной особенностью документа является то, что он определяет очередность планируемого развития территории – этапов реализации объектов капитального строительства, а также объектов социальной, коммунальной и транспортной инфраструктуры.

Учитывая эти свойства проекта планировки, его реализацию можно рассматривать как процесс, имеющий временную точку своего начала и завершения, а также включающий в себя комплекс взаимозависимых парал-

лельно-последовательных мероприятий. Поэтому, с организационной точки зрения, для ведения проекта удобно использовать методы сетевого планирования и управления [2].

В основе этих методов лежит построение сетевых моделей или календарных планов. Так как принято, что в процессе реализации проектов планировки последовательность и продолжительность мероприятий (работ) не зависят от факторов внешней среды, то управлять подобными проектами можно с помощью создания детерминированных сетевых моделей.

Из известных методов построения детерминированных моделей выбран метод, в котором проект представлен в виде диаграммы Ганта. Для данного метода разработано достаточное количество программных компонентов, значительно упрощающих создание программных продуктов.

Авторами статьи был проведен анализ «коробочных» решений для проектного управления. Были рассмотрены такие приложения, как Spider Project, Microsoft Project, Primavera, с целью прямого использования этих продуктов или с применением дополнительного программирования.

Однако понимание специфики рассматриваемой области проектного управления и особенностей решения поставленных задач, с одной стороны, а также наличие избыточного функционала «коробочных» продуктов и сложность его адаптации к поставленным задачам, с другой стороны, привело разработчиков к принятию решения о создании собственного программного продукта.

Разработка программного приложения базировалась на следующих принципах:

- простоте моделирования;
- наглядности представления результатов моделирования;
- реализации возможности масштабирования моделирования;

- обеспечении разграничения прав доступа к данным.

Цель разработанного программного приложения – создание программного инструментария, позволяющего моделировать как отдельные проекты планировки территорий, так и выполнение программы в целом.

Основной единицей моделирования разработанного программного приложения является **проект – вариант волнового переселения**. В общем случае он состоит из последовательных мероприятий (или задач – в терминах метода проектного управления) по строительству нового дома, переселению жителей из сносимого, сносу дома и строительству на его месте нового дома второй волны переселения.

В вариант волнового переселения, описывающий конкретный проект планировки, включаются все мероприятия, необходимые для моделирования процесса его реализации.

Основным элементом моделирования в программном приложении является **задача**, под которой понимается некий абстрактный процесс. Задача используется в приложении в качестве визуального элемента моделирования диаграммы Ганта проекта. Задаче может быть ассоциирован **объект** базы данных. В таком случае задача становится именованным мероприятием, связанным с этим объектом. Задача может делиться на **этапы**. Под этапом понимается часть мероприятия, имеющая ту или иную временную продолжительность. Число и продолжительность этапов зависят от ассоциированного к задаче вида объекта. Визуально на диаграмме Ганта задача с этапами может быть представлена в виде разделенной на части и окрашенной в различные цвета полосы (рис. 1).

В связи с тем, что в проекте планировки содержится полная

информация о градостроительном развитии территории с определением функционального назначения объектов в разрабатываемом приложении, при моделировании доступны несколько видов объектов. Это объекты капитального строительства, включая жилые и нежилые здания, а также объекты транспортной и инженерной инфраструктуры.

Все объекты в программном приложении разделены на классы, виды и типы. Всего выделено три класса объектов: вводимые, сносимые и реконструируемые. Под вводимыми подразумеваются объекты нового строительства, под сносимыми — ликвидируемые объекты на рассматриваемой территории.

Отдельно стоит отметить особый класс — реконструируемые объекты. К этому классу относятся объекты, представляющие особую архитектурную ценность. В данном случае объект не ликвидируется, а лишь меняется его функциональное назначение, т. е. после переселения жителей из подобного дома проводится его реконструкция. В результате может быть реализован жилой дом с улучшенным качеством квартир или иной объект: нежилое здание, объект социальной инфраструктуры.

Такая классификация применяется для возможности получения сводных данных по объектам, принадлежащим разным классам. Внутри каждого класса объекты делятся на типы. На текущий момент выделены следующие типы: жилые и нежилые объекты, объекты образования, объекты здравоохранения, социальные объекты и объекты инженерной инфраструктуры. В приложении заложена гибкая структура классификации, которая позволяет при необходимости ее изменять.

Типы объектов также имеют внутреннее деление на виды. Так, объекты жилого назначения

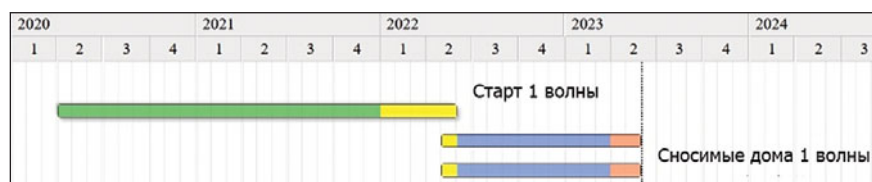


Рис. 1. Пример основных элементов моделирования

делятся на многоквартирные дома и высотные городские комплексы. Нежилые здания — на торговые и офисные объекты. Объекты образования включают в себя школы и детские дошкольные учреждения. Объекты здравоохранения — взрослые и детские поликлиники. Социальные объекты — гаражи, спортивные объекты. Объекты инженерной инфраструктуры подразделяются по типам коммуникаций.

Моделирование объектов инженерного обеспечения основывается на разрабатываемой для проектов планировки комплексной схеме инженерного обеспечения (КСИО). Подробнее о КСИО рассказано в статье [3]. Для моделирования инженерного обеспечения в программном приложении разработаны специальные методы и инструментарий.

Таким образом, вид объекта является самым нижним уровнем классификации и определяет структуру задачи на диаграмме Ганта, с которой он ассоциирован. Именно от вида объекта зависят число и продолжительность этапов задачи. Вид объекта фактически содержит шаблон для ее формирования. Шаблон, в свою очередь, отражает реальный жизненный цикл мероприятия по объекту. Например, для вводимого объекта могут быть определены следующие этапы: проектирование, строительство и передача под заселение.

Шаблоны в приложении могут быть простыми, т. е. создающими только одну задачу с набором этапов, и комплексными. Применение комплексного шаблона к модели приводит к появлению

сложной многоуровневой структуры. Такие шаблоны употребляются при добавлении объектов инженерного обеспечения к вводимым и сносимым домам. В соответствии с разработанной классификацией существует три вида мероприятий по объектам инженерной инфраструктуры: строительство инженерных сетей, реконструкция и их демонтаж. Добавление любого вида объектов на диаграмме Ганта приводит к появлению сводных задач, таких как инженерное обеспечение строительства дома или инженерная подготовка территории под строительство. Сводная задача объединяет комплекс задач, соответствующий проводимым мероприятиям по отдельным видам коммуникаций — теплоснабжению, водоснабжению и т. д. Каждая такая отдельная задача, в свою очередь, делится на несколько этапов.

Эти задачи являются частями (участками) КСИО при разработке проекта планировки территории. В настоящий момент в смежной системе (модуле «Объекты реновации Информационно-аналитической системы управления градостроительной деятельностью») разрабатывается функционал по вводу и хранению информации о реализации КСИО. Этот функционал будет включать в себя атрибутивные данные о КСИО в целом и ее участках, а также содержать картографические данные о трассировке инженерных сетей. В дальнейшем планируется осуществить интеграцию между этими модулями. Из выбранной задачи на диаграмме Ганта, через паспорт объ-

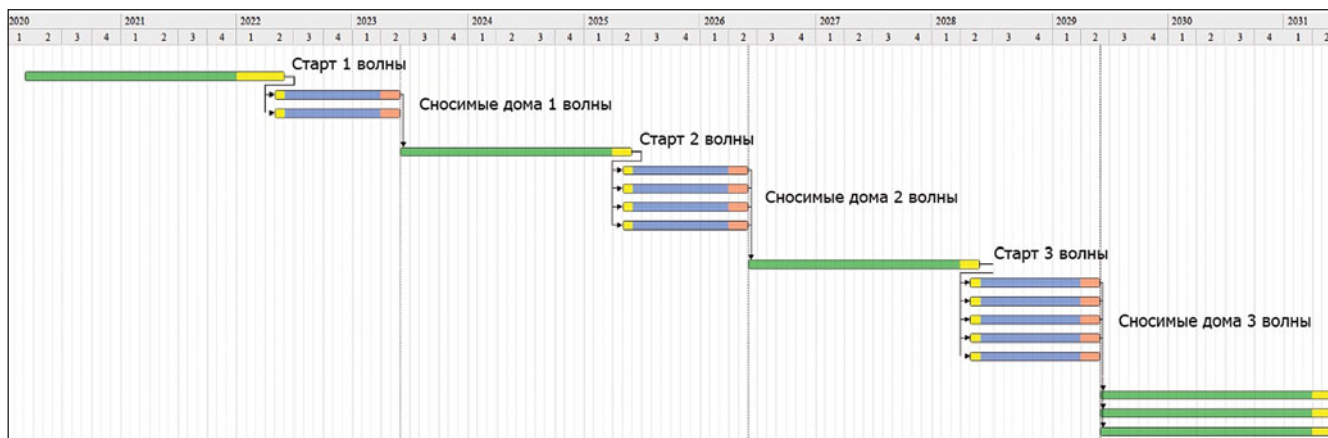


Рис. 2. Модель проекта планировки территории квартала реновации

екта, можно будет перейти на ее картографический образ и на оборот.

В программном приложении возможна установка трех уровней настроек шаблонов моделирования объектов (глобальный, локальный и индивидуальный), которые различаются своей областью действия. Глобальные настройки обозначают, что при любом добавлении объекта на диаграмму Ганта при моделировании варианта волнового переселения создается задача в соответствии с установленным шаблоном.

Однако в рамках отдельного проекта (варианта волнового переселения) для каждого вида объектов есть возможность установить отличные от глобальных настроек типы шаблонов. Локальные настройки в таком случае имеют более высокий приоритет, но их действие распространяется только в рамках одного отдельно взятого проекта. Такой подход очень удобен, если возникает необходимость рассмотреть вариант реализации проекта планировки с альтернативными временными параметрами мероприятий. Более того, в разработанном программном приложении существует возможность установки индивидуальных настроек для любой задачи в проекте.

В соответствии с принятым

при разработке принципом масштабирования при необходимости в приложение без особого труда могут быть добавлены другие классы объектов, например объекты дорожно-транспортной инфраструктуры и т. д.

Используемая в приложении система классификации объектов позволяет создавать комплексные модели реализации проектов планировки.

Разумеется, в реальности, как уже было сказано, объекты в процессе реализации проекта планировки находятся в разной степени взаимосвязи друг с другом. Например, сроки реализации мероприятия по переселению жильцов из сносимого жилого дома зависят от срока выполнения мероприятия по обеспечению готовности к заселению построенного стартового дома, а готовность к его заселению зависит от сроков обеспечения его необходимой инженерной инфраструктурой.

Аналогично существует зависимость строительства жилых домов второй волны переселения от освобождения площадки от сносимых домов. В разработанном приложении для реализации этой зависимости применяется еще один элемент моделирования — **связь**. Этот элемент определяет не только тип зависимости одного объекта в модели

от другого, но и временную поддержку осуществления этой зависимости. В настоящий момент в приложении реализовано два типа зависимости: «конец—начало» и «конец—конец». При необходимости разновидность связей можно расширить.

В подавляющем большинстве случаев при моделировании используется тип связи «конец—начало». При этом устанавливается зависимость между завершением мероприятия (его последнего этапа) по одному объекту и началом мероприятия (его первого этапа) по последующему, в существующей зависимости, объекту. Однако бывают случаи, когда необходимо не только установить взаимосвязь типа «конец—конец», но и установить эту взаимосвязь между отдельными этапами задачи. Такое возможно при моделировании инженерного обеспечения для ввода в эксплуатацию новостройки. Здесь необходимо установить связь между завершением мероприятий по инженерному обеспечению дома и завершением этапа по его строительству [4].

Чтобы дать возможность моделировать подобные ситуации, в приложении между задачами (объектами) устанавливается косвенная связь, за счет установки прямой зависимости между этапами этих задач.

Более того, когда есть необходимость прерывания выполнения задачи (мероприятия), т. е. после выполнения одного этапа, выполнение последующего этапа происходит после некоторого временного интервала, существует возможность установить связь между этапами одной задачи с установкой необходимой временной задержки. В этом случае задержка имеет положительные значения — к времени начала последующего этапа прибавляется величина задержки.

Аналогичным образом действует механизм задержки при связи между этапами разных задач. Величина задержки может иметь и отрицательное значение. В таком случае начало этапа последующей задачи опережает завершение предыдущей.

Еще одним элементом моделирования является **событие**. Событие — это задача с нулевой продолжительностью. По сути, событие есть веха некоего внешнего, по отношению к текущему моделированию, процесса. При этом сам этот процесс, с точки зрения моделирования, неинтересен, а интересны его ключевые моменты, имеющие влияние на реализацию модели.

Событие также может иметь связи с другими элементами моделирования и влиять на их начало или завершение.

Разрабатываемые под программу реновации проекты планировки территории имеют различную величину: одни проекты могут включать не более десяти вводимых и сносимых объектов, другие — 150 и более. При моделировании крупных проектов возникают проблемы с визуализацией. Для того чтобы оценить модель в целом, возникает необходимость уменьшать масштаб отображения, что ухудшает ее читаемость. Для этого предусматривается введение функции свертывания однотипных задач в одну групповую.

При этом если на каком-то шаге волнового переселения необходимо расселить значительное число сносимых домов на нескольких локализованных территориях, то удобно свернуть весь этот массив домов в несколько групповых задач. Такой подход не приводит к потере информации об особенностях реализации проекта планировки.

Процесс реализации проекта планировки можно представить в виде ориентированного графа, где вершины — это задачи, а ребра — связи между ними. При этом структура графа может быть очень разнообразной. Основной особенностью такого графа является наличие четко выраженных ветвей — последовательностей зависимых мероприятий по строительству, переселению и сносу объектов. Для удобства моделирования в разрабатываемый модуль введена функция построения цепочек (групп шагов волнового переселения). Особенность этой функции заключается в том, что в рамках одной цепочки мероприятий при построении модели связи между зависимыми объектами выставляются автоматически, что значительно увеличивает скорость моделирования.

Еще одна предполагаемая функция в разработанном модуле — особый вид визуализации моделей. Он заключается в возможности общей оценки реализации программы реновации посредством представления моделей проектов планировки в виде одной сводной задачи. С помощью функционала можно визуализировать ход реализации программы на различных уровнях территориального деления города. Например, увидеть, как будет реализовываться программа в определенном муниципальном районе или группе районов, смоделировать ход реализации в масштабе административного ок-

руга или, наконец, отобразить всю программу реновации в целом по городу.

С помощью разработанного программного обеспечения были составлены модели проектов планировки территорий по программе реновации. Пример такой модели приведен на *рис. 2*.

Благодаря программному обеспечению можно получить базовые параметры реализации программы как по отдельным территориям, в рамках одного проекта планировки, так и по всей программе в целом. К базовым параметрам относятся количественные и натуральные (площадные) показатели объемов сноса ветхого и строительства нового жилищного фонда. И что очень важно для организации и управления программой в целом, эти показатели приводятся в привязке к временным параметрам.

Выводы

1. Примененный подход и разработанный программный модуль представляют собой эффективный инструмент для планирования и управления реализацией не только отдельных проектов планировки, но программой в целом. С его помощью могут решаться следующие задачи:

- планирование и управление процессами реализации программы;
- определение проблемных мест в реализации для перераспределения ресурсов для решения этих проблем;
- синхронизация во времени всех мероприятий, входящих в проект планировки, включая строительство объектов социальной, инженерной и дорожно-транспортной инфраструктуры.

2. Нужно также отметить и другую область применения разработанного подхода и инструментария. На основании полученных базовых знаний об объемных показателях реализации, представ-

ленных во временных разрезах, можно прямо или косвенно прогнозировать параметры других важных финансовых, производственных и градостроительных показателей [5]. В качестве финансовых можно привести такие показатели, как общие объемы инвестиций и их эффективность. С промышленной точки зрения будут интересны знания о возможной загрузке производственных

мощностей и наличии рабочих ресурсов.

3. Не менее важны полученные базовые знания и для градостроительных областей. Эти знания могут пригодиться при решении вопросов своевременного обеспечения социальной инфраструктуры, возникающих в связи с приростом населения в кварталах реновации и локальной миграции при переселении. Анало-

гичным образом могут быть успешно спланированы мероприятия по развитию инженерной и дорожно-транспортной инфраструктуры [6, 7].

4. Разработанный подход и описанный программный инструмент позволяют успешно планировать и управлять крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киевский И. Л. Координация и управление крупномасштабными городскими проектами рассредоточенного строительства в Москве // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 8. С. 6–13.
2. Киевский И. Л., Леонов В. В., Арсеньев С. В., Решетников А. С., Рындин И. О. Применение методов сетевого планирования и управления при реализации Программы реновации // Реновация. Крупномасштабный городской проект рассредоточенного строительства: Монография о научно-методических подходах и начале реализации программы / под ред. И. Л. Киевского. М.: Русская школа, 2018. С. 130–154.
3. Сурин Г. Д., Козлов К. В., Арендарчук А. В. Взаимосвязка планов реализации проектов планировки территорий и комплексных схем инженерного обеспечения районов реновации // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 8. С. 55–59.
4. Семенов А. А. Текущее состояние жилищного строительства в Российской Федерации // Жилищное строительство. 2014. № 4. С. 9–12.
5. Малыха Г. Г., Синенко С. А., Вайнштейн М. С., Куликова Е. Н. Моделирование структур данных: реквизиты информационных объектов в строительном моделировании // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 226–230.
6. Малоян Г. А. От города к агломерации // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 1. С. 47–53.
7. Малоян Г. А. К проблемам формирования городских агломераций // Academia. Архитектура и строительство. 2012. № 2. С. 83–85.

REFERENCES

1. Kievskiy I. L. Coordination and management of large-scale urban projects of dispersed construction in Moscow. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 6–13. (In Russian).
2. Kievskiy I. L., Leonov V. V., Arsenev S. V., Reshetnikov A. S., Ryindin I. O. Application of network planning and management methods in the implementation of the Renovation Program. *Renovatsiya. Krupnomasshtabnyj gorodskoj projekt rassredotochennogo stroitel'stva: Monografiya o nauchno-metodicheskikh podhodah i nachale realizacii programmy* [Renovation. Large-scale urban dispersed construction project. Monograph on scientific and methodological approaches and the beginning of the program]. Moscow, Russkaya shkola Publ., 2018, pp. 130–154. (In Russian).
3. Surin G. D., Kozlov K. V., Arendarchuk A. V. Mutual linkage between plans of implementation of territory planning projects and complex schemes of engineering support of renovation areas. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2019, no. 8, pp. 55–59. (In Russian).
4. Semenov A. A. Current status of housing construction in Russia. *Zhilishhnoe stroitel'stvo*, 2014, no. 4, pp. 9–12. (In Russian).
5. Malyha G. G., Sinenko S. A., Vajnshtejn M. S., Kulikova E. N. Structural modeling of data: requisites of data object in construction modeling. *Vestnik MGSU*, 2012, no. 4, pp. 226–230. (In Russian).
6. Malojan G. A. From the city to agglomeration. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*, 2010, no. 1, pp. 47–53. (In Russian).
7. Malojan G. A. Urban conglomeration forming problems. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*, 2012, no. 2, pp. 83–85. (In Russian).

Для цитирования: Киевский И. Л., Семенов С. А., Гришутин И. Б., Минаков С. С. Методы сетевого планирования и управления при реализации проектов планировки территории // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 8. С. 49–54. DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.49-54.

For citation: Kievskiy I. L., Semenov S. A., Grishutin I. B., Minakov S. S. Methods of Network Planning and Management when Implementing Territory Planning Projects. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and Civil Engineering], 2019, no. 8, pp. 49–54. (In Russian). DOI: 10.33622/0869-7019.2019.08.49-54.