

*Саблин А.Э.,*

*ведущий инженер*

*Управление капитального строительства Администрации города*

*Воткинска*

*Россия, г. Воткинск*

*Домнина К.Л.,*

*старший преподаватель кафедры*

*«Техническая механика»*

*Воткинский филиал Ижевского государственного технического*

*университета им. М.Т. Калашникова*

*Россия, г. Воткинск*

*Манохин П.Е.,*

*кандидат технических наук, доцент,*

*доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»*

*Ижевский государственный технический университет*

*им. М.Т. Калашникова*

*Россия, г. Ижевск*

## **УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ ПРИ СОЗДАНИИ И ФУНКЦИОНИРОВАНИИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

*Аннотация:* В настоящее время разработчики испытывают трудности при создании программных продуктов из-за отсутствия у заказчиков четкого представления о трудовых и финансовых ресурсах, необходимых для их реализации. Именно поэтому экономический анализ, а также определение необходимых ресурсов для создания программного продукта является основной задачей разработчиков. В данной статье спрогнозированы основные ресурсы,

необходимые для создания и функционирования муниципальных геоинформационных систем, проведен анализ дополнительных затрат.

**Ключевые слова:** муниципальное управление, информационная система обеспечения градостроительной деятельности, муниципальные геоинформационные системы, управление ресурсами, анализ затрат ресурсов

**Annotation:** Nowadays software developers have difficulties in creating products due to the lack of customers' clear idea about the labor and financial resources required for their implementation. Therefore, economic analysis as well as determining the required resources to create a software product is the main task of developers. The article presents the forecast of the main resources required for the creation and operation of municipal geo-information systems, and the analysis of additional costs is carried out.

**Key words:** municipal management, town-planning activity support information system, municipal geo-information system, resource management, resource cost analysis

## Введение

Попытки создания и внедрения муниципальных геоинформационных систем (МГИС) в настоящее время ведутся по всей территории Российской Федерации в рамках информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД). В 2019 году наметилась тенденция к созданию в органах местного самоуправления комплексных информационно-аналитических систем, аккумулирующих территориальные данные, для решения всего спектра задач градостроительной деятельности, эффективного использования муниципальных ресурсов, взаимодействия с организациями и населением [11].

В настоящее время разработчики испытывают трудности при создании программных продуктов (ПП) из-за отсутствия у заказчиков четкого представления о трудовых и финансовых ресурсах, необходимых для их реализации. Именно поэтому экономический анализ, а также определение необходимых ресурсов для создания и нормального функционирования ПП, в соответствии с требованиями технического задания, является основной задачей

разработчиков [3, 8, 13]. Рассмотрим необходимые ресурсы для создания МГИС, а также приведем перечень основных затрат, необходимых для её функционирования.

### **Экономическое обоснование проекта**

Ориентируясь на то, что основным пользователем-потребителем МГИС регионов будут являться органы местного самоуправления, а также ресурсоснабжающие организации, которые не заинтересованы на начальном этапе в финансировании создания данного ПП, экономическое обоснование проекта необходимо осуществлять по следующему правилу.

Разработчику следует ориентировать весь процесс создания МГИС, а также её жизненный цикл (ЖЦ), на ограниченное тиражирование и распространение среди заранее известных пользователей-покупателей в сфере архитектуры, градостроительства и землеустройства (ограниченное пользование для частных лиц и ресурсоснабжающих организаций). Необходимо сохранять независимость разработки, исключая доминирующего потребителя-заказчика, который мог бы диктовать основные требования к МГИС. Это обусловлено тем, что, используя такой подход, разработчик сохраняет гибкость ПП, что в последующем позволит использовать разработку в других регионах. Маркетинговые исследования рынка геоинформационных систем (ГИС), а также стремление поставщика занять на рынке выгодное место являются базисом для данного правила.

Соотношение между эффективностью МГИС с позиции её использования потребителем и затратами на её создание является главным фактором конкурентоспособности ПП. Для определения конкурентоспособности новой МГИС для потенциальных пользователей необходимо провести анализ рынка для определения наличия близких по функциональному назначению ПП, оценить их стоимость, а также экономическую эффективность.

Оценка рентабельности затрат на обеспечение ЖЦ МГИС, выявление конструктивных и функциональных характеристик качества также необходимы для привлечения покупателей и окупаемости предстоящей разработки.

## **Прогнозирование необходимых ресурсов для создания и функционирования МГИС**

ЖЦ МГИС, как и любого ПП делится на два этапа [4]:

К основному этап этапу относятся, прежде всего, проектирование, разработка, а также тестирование базовой версии МГИС, испытание ПП внутри ИСОГД. Длительность, трудоемкость, номенклатура работ и прочие экономические показатели зависят от технологии и инструментальной среды разработки ПП.

Дополнительный (сопроводительный) этап включает в себя эксплуатацию, сопровождение и при необходимости модификацию. На данном этапе номенклатура работ определена стандартами ISO. Длительность и трудоемкость варьируется в зависимости от распространения МГИС на рынке. Необходимые для потребителя характеристики ПП являются тут определяющими. Затраты на новую версию ПП, а также экономические особенности для разработчиков становятся второстепенными. Очень важно на данном этапе индивидуально распределить работу во времени для каждого проекта, в связи с тем, что планы проекта взаимосвязаны содержанием работ.

### **Анализ затрат ресурсов в жизненном цикле МГИС**

В ЖЦ МГИС следует выделить следующие затраты ресурсов [5, 6]:

- Затраты на создание программных компонентов (функции ПП и его применение пользователями-покупателями или заказчиком в соответствии с договором и тех. заданием);

- Дополнительные затраты (обеспечение требуемого качества, стабильной работы, повышения безопасности, модернизация, добавление программных модулей).

Затраты на создание программных компонентов, в первую очередь, зависят от алгоритма работы МГИС, объема баз данных (БД), количества программных модулей. Эти показатели определяют длительность разработки и трудоемкость ПП. Обеспечение выполнения МГИС своих базовых функций – это основная цель при использовании трудовых, финансовых и других ресурсов в ЖЦ ПП.

Разумеется, что при создании любого ПП основополагающим является интеллектуальный труд специалистов-программистов различных категорий. На основании этого в качестве универсальной единицы измерения трудозатрат специалистов целесообразно применить человеко-дни (чел./дн.), которые достаточно просто возможно преобразовать в стоимость разработки всего ПП [2, 7, 13].

Несмотря на то, что в ходе процесса разработки МГИС может потребоваться выполнение требований различных конструктивных характеристик качества и безопасности создаваемого ПП, нельзя допустить, чтобы ресурсы, затраченные на реализацию проекта, превысили затраты на обеспечение функциональной пригодности. Величина затрат на разработку МГИС напрямую зависит от обеспечения требуемых необходимых функций, количестве и сложности программных модулей, а также объема БД.

Объем программы, выраженный числом команд или строк текста на языке программирования, можно назвать простейшим показателем сложности МГИС. От этого показателя зависит трудоемкость и соответственно длительность процесса создания – от человеко-года до человеко-лет.

### **Ограниченные ресурсы времени разработки МГИС**

Одним из главных факторов, влияющих на уровень качества и безопасности ПП является ограниченные ресурсы времени на реализацию всего проекта (готового ПП МГИС). Время разработки ПП ограничивает затраты на промежуточные этапы работ, тестирование и улучшение уровня безопасности, что сказывается на качестве продукта в целом.

Современные технологии, новейшие разработки и высокий уровень профессиональной подготовки специалистов позволяет разработать сложный ПП в сроки от двух до четырех лет. Тем не менее, полный технический цикл небольших программ высокого качества занимает у разработчиков иногда меньше года. На основании этого можно сделать вывод, что диапазон длительности разработки МГИС намного меньше, чем вариации её трудоемкости. Важно помнить, что концептуальная основа, функционал и

алгоритмы работы МГИС не должны устареть за время её разработки. Этим обуславливается необходимость в обозначении верхнего предела допустимой длительности разработки ПП. В связи с тем, что заказчик-покупатель, как правило, пытается ограничить продолжительность разработки ПП, формирование верхнего предела займет от двух до четырех лет. Он будет напрямую зависеть от сложности ПП.

Все этапы разработки ПП требует определенного времени – подготовка текста, тестирование, документирование, повышение качества функционала. Этот фактор формирует минимальную длительность разработки МГИС, которая зависит от объема разрабатываемой системы. Нижняя граница будет сформирована в пределах от одного до двух лет, благодаря повышению уровня технологий, программной оснащенности, а также вследствие роста квалификации специалистов-программистов.

### **Дополнительные затраты, обеспечивающие требуемые характеристики качества МГИС**

Дополнительные затраты, обеспечивающие требуемые характеристики качества МГИС, целесообразно разделить на две части: затраты на создание характеристик качества ПП и затраты на использование этих характеристик в процессе эксплуатации и сопровождения ПП МГИС. Структурирование дополнительных затрат происходит в соответствии со стандартом ISO 9126 (ГОСТ Р ИСО / МЭК 9126-93) «Информационная технология. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению» [1]. Повышение затрат на реализацию характеристик, а также улучшение их качества приводит к снижению затрат при их эксплуатации.

Уровень характеристики качества МГИС обеспечивают следующие необходимые затраты:

1. Затраты ресурсов на корректность работы МГИС.

Указанные затраты входят в процесс разработки и напрямую зависят от объема процесса верификации и тестирования ПП. Для МГИС (как сложного ПП) затраты могут составлять до 40% от общих затрат на разработку. Именно

этими затратами должна быть обеспечена корректность работы МГИС, программных модулей и БД.

## 2. Затраты на испытание и тестирование МГИС

Ввиду того, что в процессе испытания и тестирования ПП участвуют не только разработчик, но и заказчик-покупатель МГИС, данные затраты необходимо выделить. Их величина может варьироваться в пределах от 8 - 10% от общих затрат на разработку [9, 10].

## 3. Затраты на функциональную безопасность МГИС

Указанные затраты зависят от необходимого уровня защиты, а также объема ПП. Так как к работе региональной муниципальной геоинформационной системе необходимо применить особенно высокие требования к безопасности, стоит ориентироваться на то, что эти затраты могут в 2-3 раза превышать затраты на решение функциональных задач. Проведение учета временных и трудовых ресурсов на улучшение качества безопасности МГИС позволит скорректировать верхний предел затрат на функциональную безопасность. Анализ рынка схожих по функционалу ПП и их модификаций определяет величину этих затрат.

## 4. Затраты на обеспечение и реализацию сопровождения МГИС

Данные затраты определяет длительность ЖЦ МГИС и уровнем автоматизации разработки. Для общей оценки затрат необходимо выделить основные затраты на сопровождение ПП.

Затраты на сопровождение включают следующие составляющие:

- затраты на обнаружение и устранение ошибок в новых версиях МГИС;
- затраты на доработку и совершенствование ПП, испытание новых модернизированных версий;
- затраты на тиражирование каждой новой версии и ее внедрение.

При использовании МГИС совместно с программными модулями неизбежно возникнет необходимость в доработке некоторых из них, корректировка их совместной работы и наладка компонентов программ взаимодействия.

Ресурсы, затраченные на создание тестов в процессе разработки ПП и проведение испытаний, являются одной из главных частей затрат на реализацию сопровождения МГИС. Затраты этих ресурсов пропорциональны ЖЦ МГИС и применению привлекаемых средств. Тестирование необходимо проводить для оценки достигнутых характеристик качества и безопасности компонентов и модулей МГИС, но и для комплексной отладки и испытания конечной версии проекта. Поэтому тестирование и его экономическую эффективность следует рассматривать с учетом всех задач, которые оно должно решать в ЖЦ МГИС.

Затраты на тестирование и испытания ПП определяются ресурсами, необходимыми на эксплуатацию МГИС и следующими составляющими:

- затратами на разработку программы для имитации информации внешних объектов и среды их функционирования;
- затратами на эксплуатацию программ имитации за время проведения тестирования, испытаний и определения характеристик безопасности и качества МГИС.

### **Трудовые ресурсы, необходимые для создания и функционирования МГИС**

Специалисты – люди с необходимым уровнем профессиональной квалификации, имеющие опыт и стимул, являются основным ресурсом при создании любого ПП. Быстрые темп развития информационных технологий и геоинформатики, а также появление на рынке МГИС нового уровня, стимулирует к повышению квалификации специалистов в области разработки геоинформационных ПП. За последние 5 лет резко повысился необходимый уровень ответственности за качество ПП: специалист должен обеспечивать высокое качество ЖЦ МГИС, а также проводить тестирования и контроль на каждом этапе проектирования, разработки и модификации ПП.

Возникает необходимость в разработке специальных модулей МГИС для поддержания безопасности её функционирования. Безопасность МГИС должна обеспечиваться высоким качеством ПП и минимальным количеством (или отсутствием) ошибок.

Специалисты-программисты и прочий персонал, занятый в разработке и сопровождении МГИС можно разделить на несколько категорий.

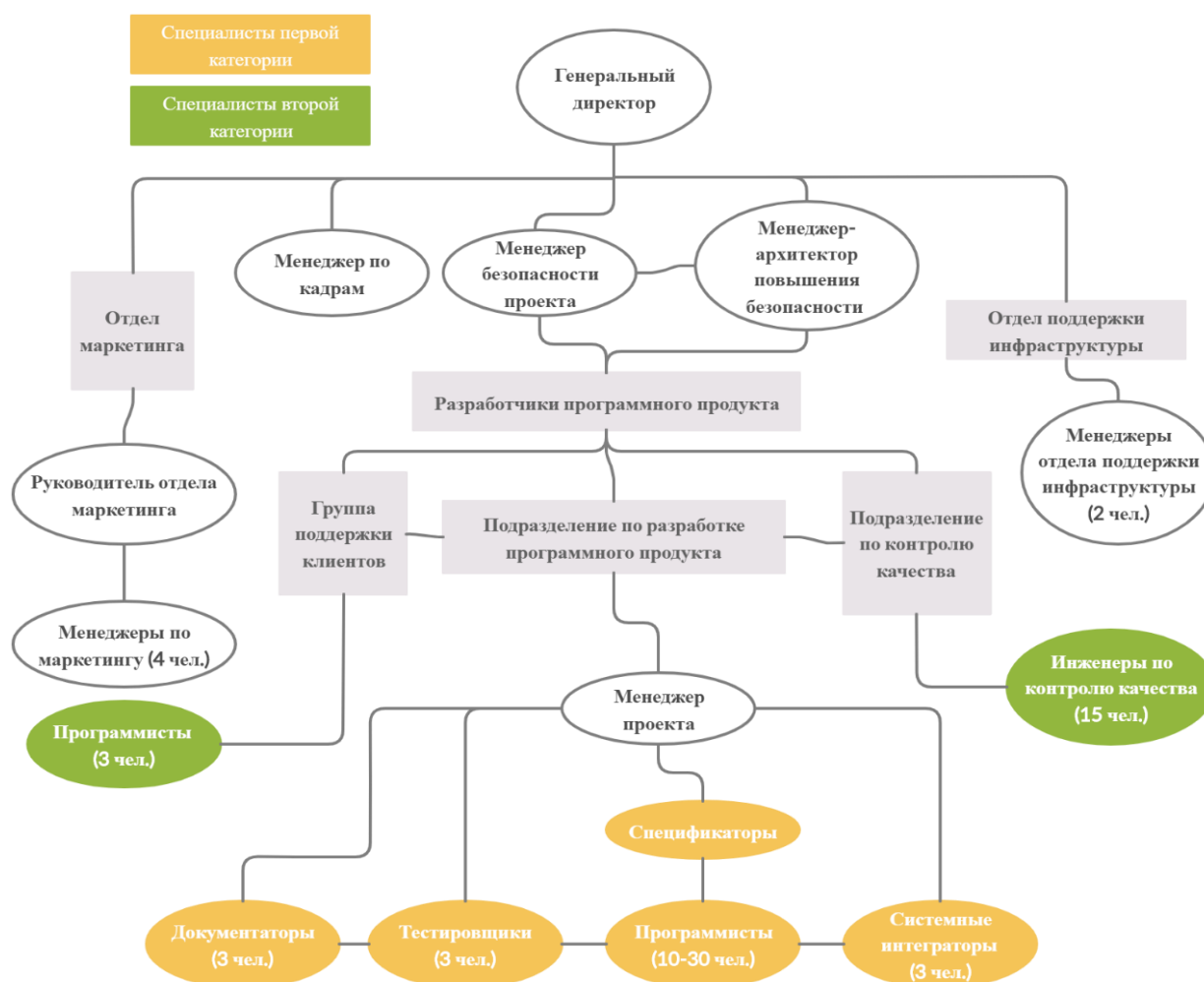
В первую очередь, это разработчики компонентов ПП, которые отвечают за качество и безопасность МГИС.

Как правило, руководство сложных процессов осуществляют следующие лидеры – менеджеры:

1. Менеджер по безопасности проекта. Главной задачей специалиста является удовлетворение требований покупателя-потребителя ПП. В его обязанности входит обеспечение коммуникации между заказчиком и разработчиками МГИС.

2. Менеджер-архитектор. Задачей этого специалиста является управление взаимосвязанными процессами разработки МГИС. Он также может является координатором создания модулей МГИС, заниматься разработкой базовой спецификации.

На Рисунке 1 представлена примерная линейно-функциональная структура предприятия-разработчика МГИС.



**Рисунок 1. Линейно-функциональная структура предприятия-разработчика МГИС**

Специалисты, которые непосредственно принимают участие в разработке МГИС, разделены на две категории [12]:

Первая категория специалистов. Их обязанностями является создание базовых и дополнительных компонентов МГИС, соблюдение принятой в организации алгоритмов работы. Разделение труда специалистов данной категории необходимо осуществлять по областям деятельности: разработчики программных компонентов (программисты), спецификаторы (подготовка описания функций ПП), интеграторы (создание крупных компонентов

программы), тестировщики (обеспечение проверки функций МГИС), документаторы (подготовка технологических и эксплуатационных документов).

Вторая категория специалистов. К этой части персонала относятся технологи, обслуживающие и сопровождающие технологический инструментарий, применяемый специалистами первой категории. Обеспечение применения системы качества, выявление её отклонений от показателей качества, а также инспекция её применения – это основные обязанности технологов.

После определения заказчика МГИС к трудовым ресурсам также добавятся операторы, технологические администраторы (будут определены все участники системы). Оператор заказчика должен осуществить приобретение ПП, произвести пусконаладочные работы и предварительные испытания.

### **Заключение**

Современные тенденции эволюции программного и технического обеспечения заставили изменить политику их дальнейшего развития. Тенденции в области геоинформационных технологий отразились на рынке пользователей, благодаря высокому уровню профессионализма специалистов и высокому уровню развития новых технологий. Широкие возможности ГИС технологий, острая необходимость обмена информацией между взаимосвязанными управлениями, заставили региональные власти обратить внимание на МГИС. Экономический анализ, а также определение необходимых ресурсов для создания и нормального функционирования такого ПП, является основной задачей разработчиков. В данной статье были спрогнозированы основные ресурсы, необходимые для создания и функционирования подобных систем, проведен анализ дополнительных затрат.

### **Использованные источники:**

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

2. Бозм Б.У. [Boehm V.W.] – Инженерное проектирование программного обеспечения: Пер. с англ. /Под ред. А.А. Красиловой. – М.: Радио и связь., 1985.
3. Ехлаков Ю.П. – Управление программными проектами. Стандарты, модели. – М.: Лань, 2019.
4. Липаев В.В – Анализ и сокращение рисков проектов сложных программных средств. – М.: СИНТЕГ. 2004.
5. Липаев В.В. – Методы обеспечения качества крупномасштабных программных средств. – М.: РФФИ. СИНТЕГ. 2003.
6. Липаев В.В. – Надежность и функциональная безопасность комплексов программ реального времени. – М.: 2013.
7. В.В. Липаев – Отладка сложных программ – М.: Энергоатомиздат, 1993.
8. Липаев В.В., Потапов А.И. – Оценка затрат на разработку программных средств. – М.: Финансы и статистика, 1988.
9. Липаев В.В. – Сертификация программных средств, Учебник. – М.: СИНТЕГ. 2010.
10. Липаев В.В. – Тестирование компонентов и комплексов программ. Учебник. – М.: СИНТЕГ. 2010.
11. Саблин А.Э., Домнина К.Л., Данилов М.В. - Перспективы развития и внедрения муниципальных геоинформационных систем на территории Удмуртской Республики// Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. ISSN 1999-2645. — №3 (59). Номер статьи: 5921. Дата публикации: 2019.09.09. [Электронный ресурс]. URL: <https://eee-region.ru/article/5921/>
12. Торингтон Д. [Thorington D.], Холл Л. [Hall L.], Темлер С. [Tamler S.] - Управление человеческими ресурсами. Учебник. Пер. с англ. – М.: Дело и сервис. 2004.
13. Фатрелл Р.Т. [Robert T. Fatrell], Шафер Д.Ф. [Donald F. Schafer], Шафер Л.И. [Linda I. Schafer] - Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат. Пер. с англ. - М.: Вильямс, 2003.