

ДЕТАЛИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ БАЗ ДАННЫХ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Э. Ф. ЗАКИРОВА¹, С. В. ПАВЛОВ², В. Д. ТРУБИН³, О. И. ХРИСТОДУЛО⁴

¹ zakirova9887@gmail.com, ² psvgis@mail.ru, ³ trubin.vd@ugatu.su, ⁴ o-hristodulo@mail.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

Поступила в редакцию 1 апреля 2022 г.

Аннотация. Рассматривается решение одной из задач обеспечения полноты, актуальности, достоверности и защищенности баз пространственных данных в сложных распределенных системах (СРС) за счет внесения изменений в модель данных и автоматизации обработки некоторой производственной информации в территориально обособленных подразделениях. Современные подходы к организации управления сложными распределенными системами, которые характеризуются существенным удалением (между собой и от центра принятия решений) входящих в них подсистем и объектов, базируются на использовании информационных систем (ИС), предназначенных для сбора, управления и интеллектуального анализа больших массивов разнородной информации о состоянии и функционировании СРС и ее окружения. Важнейшей частью системы является база данных, которая включает в себя основные виды планово-картографической информации, а также их атрибутивные данные, от полноты, достоверности, актуальности и защищенности информации в которых существенно зависит качество принимаемых на их основе управленческих решений. Одним из возможных решений этой задачи является детализация (разбиение на более мелкие части) пространственной информации, что позволит разграничить права доступа пользователей к этим частям данных, обеспечить полноту, актуальность и достоверность, а также позволит повысить защищенность системы в целом.

Ключевые слова: геоинформационная система; UML; база данных; пространственные данные; сложная распределенная система.

ВВЕДЕНИЕ

Современные подходы к организации управления сложными распределенными системами (СРС), которые характеризуются существенным удалением (между собой и центром принятия решений), входящих в них подсистем и объектов, базируются на использовании информационных систем (ИС), предназначенных для сбора, управле-

ния и интеллектуального анализа больших массивов разнородной информации о состоянии и функционировании СРС и ее окружения. ИС с одной стороны является неотъемлемой компонентой (подсистемой) СРС, с другой стороны, сама представляет собой СРС, так как ее основные составляющие распределены по отдельным подсистемам СРС, и нуждается в анализе состояния, поддержке

работоспособности и управлении. Одной из важнейших подсистем таких ИС является техническая составляющая, которая включает в себя все многообразие вычислительных ресурсов (серверы, стационарные компьютеры, мобильные устройства), устройств ввода-вывода информации (принтеры, мониторы, сканеры, многофункциональные устройства), объединенных в вычислительную сеть с помощью специальных средств (линии связи, маршрутизаторы, коммутаторы и др.).

Очевидно, что техническая составляющая ИС также является СРС и для обеспечения ее качественного создания и функционирования существенное значение имеет информация о местоположении и взаимном расположении ее отдельных компонентов, а также о расположении сопутствующей инфраструктуры (планы помещений, сеть электроснабжения и др.) и основных пользователей (потребителей) ее функционирования, что приводит к необходимости автоматизированной обработки таких видов информации, которая называется пространственной, с использованием геоинформационных систем (ГИС). Важнейшей частью таких систем является база данных, которая включает в себя основные виды планово-картографической информации: карты территорий, поэтажные планы всех корпусов, планы отдельных помещений и сооружений, включающих в себя основные информационные слои инженерных коммуникаций, а также их атрибутивные данные. В связи с большим количеством компонентов и связей между ними в сложных распределенных системах, а также регулярным изменением функций, структуры системы и ее основных характе-

ристик, возникает проблема обеспечения полноты, актуальности, достоверности и защищенности информации в базе данных.

Для решения этой проблемы предлагается разработать специализированную подсистему, позволяющую сотрудникам отдельных подразделений самостоятельно актуализировать данные, связанные с отдельными помещениями в рабочих корпусах, что приводит, в свою очередь, к перепроектированию (внесению изменений в проект и структуру) ГИС и ее отдельных подсистем.

Рассмотрим процесс создания такой подсистемы на примере Уфимского государственного авиационного технического университета, который является типичным представителем СРС, так как включает в себя большое количество территориально обособленных и удаленных подразделений [1–3].

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ

Для проектирования подсистемы ГИС выбран унифицированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language), который дает возможность визуально показать поведение и структуру системы или процесса и построить следующие виды диаграмм: диаграмма вариантов использования, диаграмма последовательности, диаграмма классов и контекстная диаграмма.

Вариант использования представляет собой последовательность действий (транзакций), выполняемых системой в ответ на событие, инициируемое некоторым внешним объектом (действующим лицом), и описывает типичное взаимодействие между пользователем и системой. Для рассматриваемой задачи диаграмма вариантов использования представлена на рис. 1.

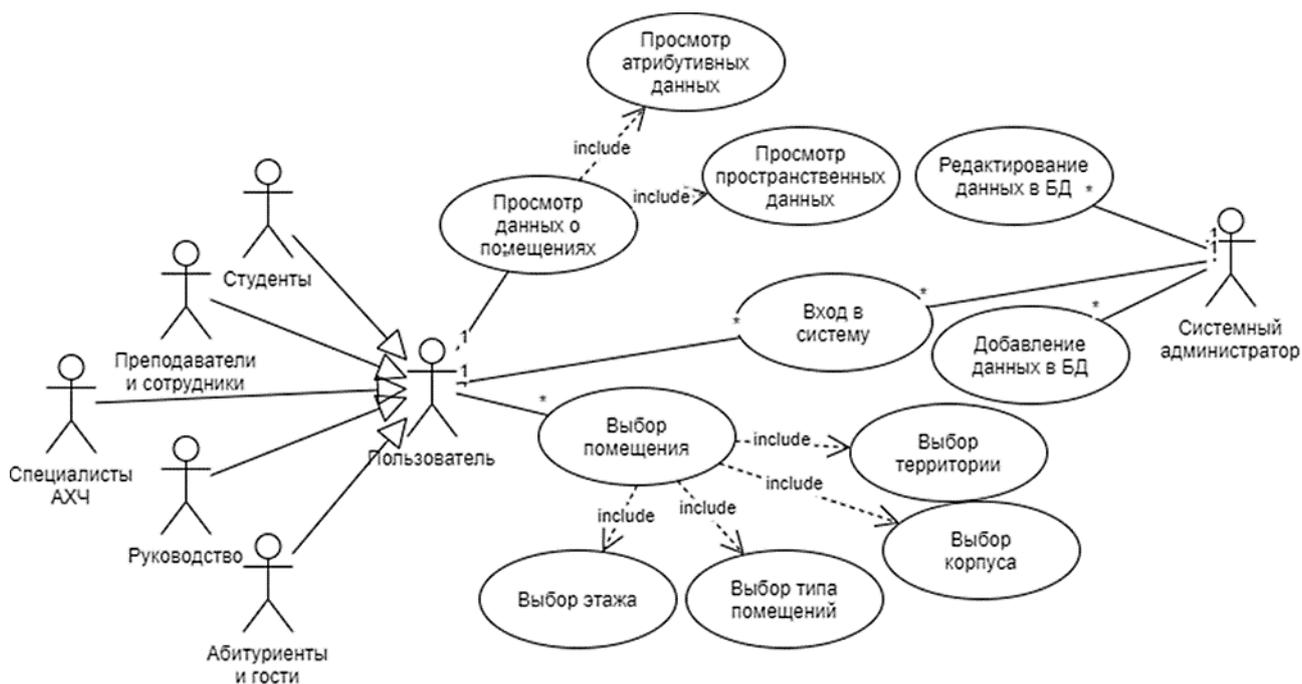


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования пространственной информации о помещениях

Диаграмма последовательности отражает поток событий, происходящих в рамках соответствующего варианта использования, на ней все действующие лица показаны в верхней части диаграммы, а стрелки соответствуют сообщениям, передаваемым между действующим лицом и объектом или между объектами для выполнения требуемых функций (рис. 2).

Диаграмма классов определяет типы классов системы и связи между ними, на них изображаются также атрибуты классов, операции классов и ограничения, которые накладываются на связи между классами.

Класс – это группа сущностей (объектов), обладающих сходными свойствами: данными и поведением, а отдельный представитель некоторого класса называется объектом класса или просто объектом. В качестве граничного класса в данной задаче выступает интерфейс (рис. 3), классы-сущности, такие

как базы данных, содержат всю хранимую информацию (пространственную и атрибутивную).

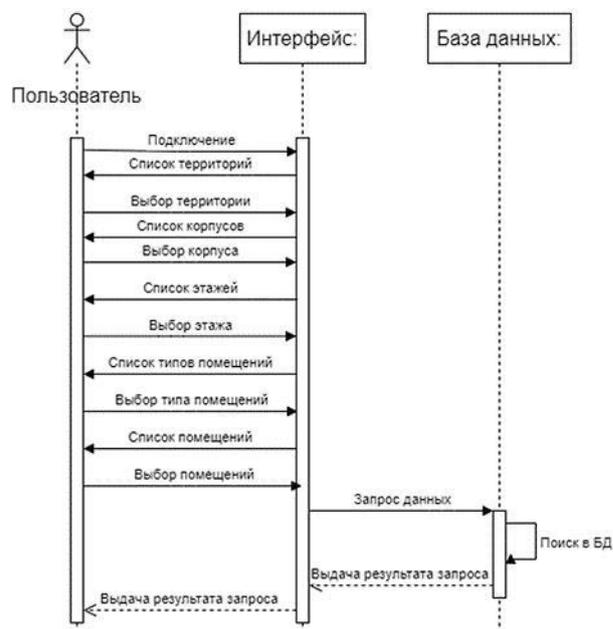


Рис. 2. Диаграмма последовательности

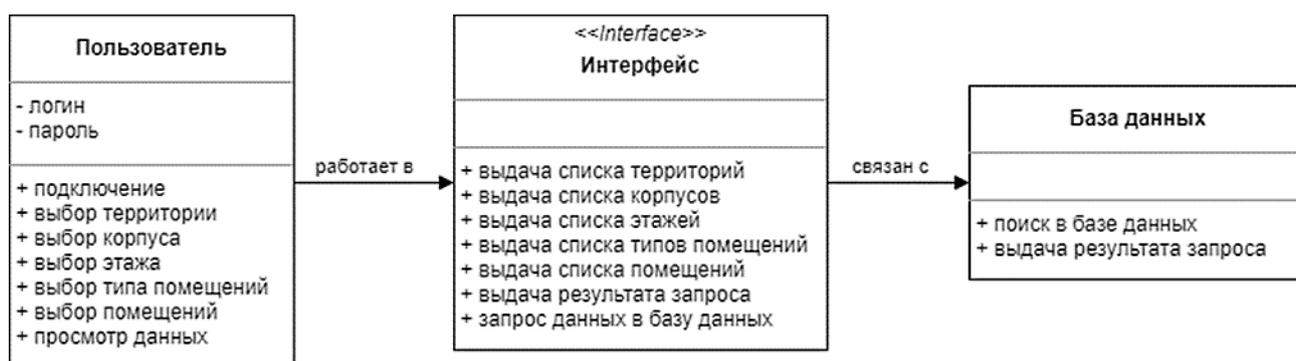


Рис. 3. Диаграмма классов

Обобщая представленные выше диаграммы, предлагается некоторая обобщенная структура (архитектура) системы, ориентированная на использование программного обеспечения «ГИС ИнГЕО» [6], представленная на рис. 4.

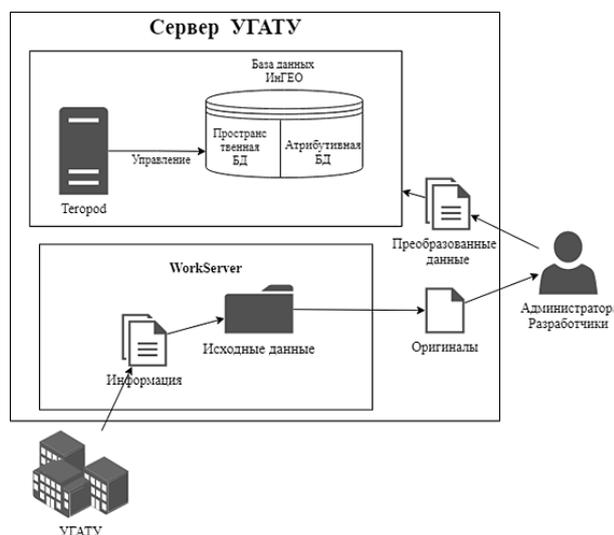


Рис. 4. Контекстная диаграмма архитектуры ГИС УГАТУ

ДЕТАЛИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

В действующей в настоящее время ГИС [3, 4] база данных хранит поэтажные планы каждого отдельного корпуса, состоящие из нескольких категорий слоев, в которых отсутствуют в явном, обособленном виде планы помещений [5]. Такой подход к хранению информации характерен для геоинформационных систем большинства организаций, и для повышения актуальности и защищенности данных предлагается разработать базу данных планов помещений всей органи-

зации (в нашем случае – УГАТУ), с возможностью формирования временной локальной базы данных, индивидуальной для каждого отдельного подразделения. Доступ к такой локальной базе разрешается исключительно работникам подразделения, ответственным за коммуникации и инвентаризацию помещений подразделения. Таким образом можно повысить как скорость работы основной системы, не перегруженную планами помещений одновременно всех подразделений, так и повысить достоверность данных в целом для всей системы.

Принцип такого разделения всей информации, хранящейся в базе данных, на подмножества известен как витрина данных, при котором пользователи подразделения работают только с информацией из локальной базы данных, необходимой для функционирования только этого подразделения. В качестве примера такого подразделения, рассмотрим кафедру Университета (рис. 5), где заведующему лабораториями для организации работоспособности технической компоненты кафедральной подсистемы ИС Университета необходим анализ совместного расположения соответствующих слоев планов помещений только его кафедры и нет необходимости иметь доступ к данным лабораторий, не относящихся к подразделению его интересов. В частности, подобное представление детализированных пространственных данных требуется при решении некоторых задач управления уязвимостью СРС [4]. Соответственно, витрина данных в этом случае состоит исключительно из подмножества планов помещений именно этой кафедры, а подсистема реализует необходи-

мый для работы функционал именно этой локальной базы данных геоинформационной системы. Взаимосвязь вновь созданной базы данных планов помещений с существующей базой данных поэтажных планов представлена на рис. 6.

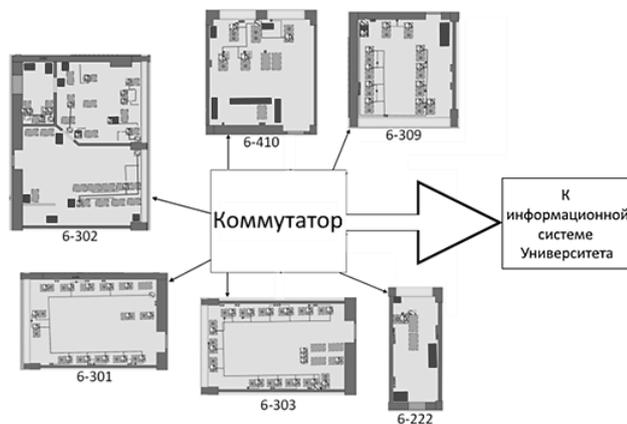


Рис. 5. Структура базы данных планов помещений кафедры

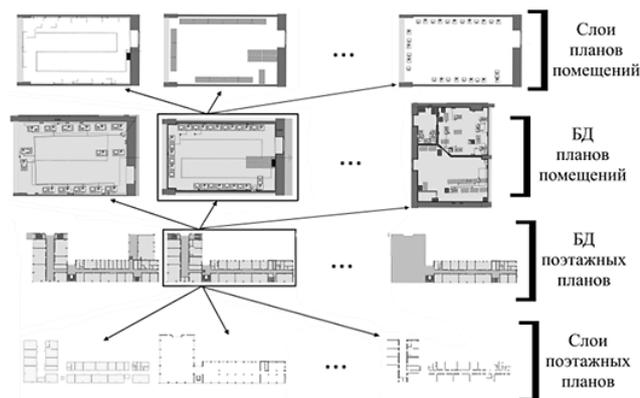


Рис. 6. Взаимосвязь баз данных планов этажей и помещений

При таком способе организации данных изменение имеющейся и внесение новой информации происходит децентрализованно и регулируется администратором системы, принимающим решение о публикации отдельно взятых изменений в базе данных основной системы, что позволяет увеличить скорость поступления новой информации в систему и снизить вероятность ошибок, при ее актуализации.

Алгоритм работы с описанной подсистемой с точки зрения сотрудника подразделения, ответственного за поддержку актуальности и защищенности данных, представлен на рис. 7.



Рис. 7. Блок-схема алгоритма работы с локальной базой данных

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Преобразование пространственной информации, необходимой для создания и обеспечения работоспособности ИС крупных территориально распределенных предприятий и организаций, которое заключается в более детальном представлении размещения всех объектов вычислительной инфраструктуры не только на поэтажных планах, но и на планах отдельных помещений, приводит к необходимости расширения базы данных ГИС подробной, многослойной информацией обо всех помещениях.

2. Расширение базы данных ГИС позволяет создавать витрины данных для работы различных специалистов только со своей частью общих данных, и тем самым разграничить права доступа пользователей к этим частям данных, обеспечить их полноту, актуальность, достоверность и повысить защищенность систем в целом.

БЛАГОДАРНОСТИ

Результаты исследований, представленные в статье, поддержаны грантом РФФИ

№ 20-08-00301\20 – А «Методологические и теоретические основы управления уязвимостью на основе парирования угроз в сложных распределенных системах».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Анализ** и синтез структуры пространственных данных для управления сложными распределенными системами / Е. С. Брекоткина [и др.] // Труды Восьмой Всероссийской научной конференции с международным участием «Информационные технологии и системы» (Ханты-Мансийск, Россия, 17–21 марта 2020 г.). Уфа: УГАТУ, 2020. С. 120–124. [Электронный ресурс]. URL: https://itis.uriit.ru/files/sbornik_works_2020.pdf (дата обращения 24.03.2020). [E. S. Brekotkina, et al. (2020, Mar. 24), "Analysis and synthesis of the structure of spatial data for managing complex distributed systems" [Online], (in Russian), in *Proceedings of the Eighth All-Russian Scientific Conference with International Participation "Information Technologies and Systems"*, Ufa, 2020, pp. 120–124. Available: https://itis.uriit.ru/files/sbornik_works_2020.pdf]

2. **Кузнецов А. И., Исламов А. И., Павлов С. В.** Разработка геоинформационной системы уфимского государственного авиационного технического университета на основе отечественного программного обеспечения // Труды Седьмой всероссийской научной конференции «Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений» (Уфа-Ставрополь, Ханты-Мансийск, Россия, 28–30 мая 2019 г.). Уфа: УГАТУ, 2019. С. 102–107 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://itids.ugatu.su/index.php/itids/itids2019/paper/view/151/125> (дата обращения 16.03.2020). [A. I. Kuznetsov, A. I. Islamov, S. V. Pavlov (2020, Mar. 16), "Development of a geographic information system for the Ufa State Aviation Technical University based on domestic software" [Online], (in Russian), in *Proceedings of the Seventh All-Russian Scientific Conference "Information Technologies for Intelligent Decision Support"*, Ufa, 2019, pp. 102-107. Available: <http://itids.ugatu.su/index.php/itids/itids2019/paper/view/151/125>]

3. **Моделирование** и использование пространственных данных для управления сложными распределенными системами / Е. С. Брекоткина [и др.] // Труды Восьмой Всероссийской научной конференции с международным участием «Информационные технологии и системы» (Уфа-Ставрополь, Ханты-Мансийск, Россия, 6–9 октября 2020 г.). Уфа: УГАТУ, 2020. С. 192–198. [Электронный ресурс]. URL: <http://itids.ugatu.su/index.php/itids/itids2020/paper/view/542/493> (дата обращения 16.03.2020). [E. S. Brekotkina, et al. (2020, Mar. 16), "Modeling and using spatial data to manage complex distributed systems" [Online], (in Russian), in *Proceedings of the Eighth All-Russian Scientific Conference with International Participation "Information Technologies and Systems"*, Ufa, 2020, pp. 192–198. Available: <http://itids.ugatu.su/index.php/itids/itids2020/paper/view/542/493>]

4. **Информационная** поддержка управления уязвимостью сложных распределенных систем на основе обработки пространственной информации / Е. С. Брекоткина [и др.] // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2020. Vol. 8, No. 2 (29). [Электронный ресурс]. URL: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/05/Brekotkina-Soavtors_2_20_1.pdf (дата обращения 16.03.2020). [E. S. Brekotkina, et al. (2020, Mar. 16), "Information support for managing the vulnerability of complex distributed systems

based on the processing of spatial information", [Online], (in Russian), in *Modelirovanie, optimizaciya i informacionnye tehnologii*, vol. 8, no. 2 (29), 2020. Available: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2020/05/BrekotkinaSoavtors_2_20_1.pdf]

5. **База данных** геоинформационной системы Уфимского государственного авиационного технического университета (ИнГЕО) / Л. В. Ахмадиева [и др.]. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020621703. Заявка № 2020621557: Дата поступления 07.09.2020. Дата регистрации 18.09.2020. [L. V. Akhmadieva et al., "Database of the geographic information system of the Ufa State Aviation Technical University (InGEO)", (in Russian), *Certificate of state registration of the database*, no. 2020621703, 2020.]

6. **ГИС «ИнГЕО»** справочная система // Центр системных исследований «Интегро». [Электронный ресурс]. URL: http://www.integro.ru/projects/gis/main_gis.htm (дата обращения 16.03.2020). [GIS "InGEO": reference system // Center for Systems Research "Integro" (2020, Mar. 16), [Online]. Available: http://www.integro.ru/projects/gis/main_gis.htm]

ОБ АВТОРАХ

ЗАКИРОВА Эльвира Фидусовна, магистр каф. ГИС. Дипл. инноватика (УГАТУ, 2020). Готовит выпускную-квалификационную работу, посвященную хранению пространственных данных в ГИС сложных распределенных систем.

ПАВЛОВ Сергей Владимирович, проф. каф. ГИС. Д-р техн. наук. Иссл. в обл. баз данных геоинформационных систем в сложных распределенных системах.

ТРУБИН Владислав Дмитриевич, асп. каф. ГИС. Дипл. информационные системы и технологии (УГАТУ, 2020). Готовит диссертацию на тему «Подсистема вычислительной техники в ГИС УГАТУ».

ХРИСТОДУЛО Ольга Игоревна, проф. каф. ГИС. Д-р техн. наук. Иссл. в обл. геоинформационных систем.

METADATA

Title: Details of spatial information to ensure the security of databases in distributed information systems.

Authors: E. F. Zakirova¹, S. V. Pavlov², V. D. Trubin³, O. I. Khristodulo⁴

Affiliation: Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

Email: ¹ zakirova9887@gmail.com, ² psvgis@mail.ru, ³ trubin.vd@ugatu.su, ⁴ o-hristodulo@mail.ru.

Language: Russian.

Source: SIIT (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 4, no. 1 (8), pp. 20-26, 2022. ISSN 2686-7044 (Online), ISSN 2658-5014 (Print).

Abstract: The solution of one of the tasks of ensuring the completeness, relevance, reliability and security of spatial databases in complex distributed systems (DSS) is considered by introducing changes to the data model and automating the processing of some production information in territorially isolated subdivisions. Modern approaches to organizing the management of complex distributed systems, which are characterized by a significant distance (between themselves and from the decision-making center) of their subsystems and objects, are based on the use of information

systems (IS) designed to collect, manage and intelligently analyze large arrays of heterogeneous information on the state and functioning of the SRS and its environment. The most important part of the system is the database, which includes the main types of planning and cartographic information, as well as their attributive data, the quality of management decisions made on their basis depends significantly on the completeness, reliability, relevance and security of information. One of the possible solutions to this problem is the refinement (breaking into smaller parts) of spatial information, which will allow delimiting the access rights of users to these parts of the data, ensuring completeness, relevance and reliability, and will also increase the security of the system as a whole.

Key words: geoinformation system; UML; database; spatial data; complex distributed system.

About authors:

ZAKIROVA, Elvira Fidusovna, Master of GIS Dept. Dipl. Innovation (USATU, 2020). Preparing a final qualification work on the storage of spatial data in GIS of complex distributed systems.

PAVLOV, Sergey Vladimirovich, prof. of GIS Dept. Dr. of Tech. Sci. Research in the databases of geographic information systems in complex distributed systems.

TRUBIN, Vladislav Dmitrievich, Postgrad. Student of GIS Dept. Dipl. information systems and technologies (USATU, 2020). Preparing a dissertation on the topic "Computer technology subsystem in GIS USATU".

KHRISTODULO, Olga Igorevna, Prof. of GIS Dept. Dr. of Tech. Sci. Research in the region of geoinformation systems.