

## Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решения руководителя в условиях неопределенности

*Оганнисян Нарек*

*Саакян Рустам*

*Шпехт Ирина*

**Ключевые слова:** *методы и алгоритмы мониторинга данных, визуализация данных, интеллектуальный анализ данных, поддержка принятия решений, планирование, аналитические представления закономерностей*

**Аннотация:** Предлагается разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решения – ИСППР (intelligent decision-making support system – IDMSS) для руководителя в виде Единой информационной платформы. В рамках исследования будет разработана методология построения указанной платформы с использованием как уже разработанных авторами методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных для информационной поддержки процедур принятия решений, так и вновь созданных методов и алгоритмов мониторинга и визуализации первичных данных и выявления аналитических представлений закономерностей в исследуемых данных для генерации и предложения возможных сценариев развития ситуации для руководителя.

### **Введение**

Современные тенденции развития процессов управления, как в государственном, так и в частном секторе, определяют новые требования к использованию цифровых технологий. Повышение эффективности принимаемых решений на разных уровнях управления становится возможным при использовании специализированных интеллектуальных систем решения трудноформализуемых задач [1, 175-179].

Идеальные системы анализируют информацию и фактически принимают решения за пользователя. По крайней мере, они позволяют лицам, принимающим решения (ЛПР), быстрее принимать более обоснованные решения. При этом система поддержки принятия решения (СППР) может быть частично либо полностью компьютеризирована.

СППР может использоваться как на уровне стратегического, так и тактического управления в организации сбора информации и данных и их синтеза в действенную информацию, на основе имеющихся алгоритмов

соответствующей базы моделей. На практике такие системы в основном используются менеджерами среднего и высшего звена в различных предметных областях, где требуется критичное по времени принятие решения.

Например, СППР можно использовать для прогнозирования доходов компании на ближайшие месяцы на основе новых предположений о продажах продукции. Из-за большого количества факторов, связанных с прогнозируемыми показателями доходов, это не простой расчет, который можно выполнить вручную. Однако СППР может интегрировать все многочисленные переменные и генерировать с одной стороны базовый результат, а с другой стороны – альтернативные результаты, основанные на предыдущих данных о продажах продукции компании и текущих переменных состояния рынка.

Эффективность деятельности любого хозяйствующего субъекта (государственного, муниципального, частного) обычно оценивается по определенным показателям, объединенным в группы по определенным критериям. Институт оценки эффективности деятельности организации призван решать следующие задачи:

- описание деятельности организации в сравнимых показателях;
- анализ и оценка деятельности организации в разрезе интересующих характеристик;
- побуждение организации корректировать свою деятельность в соответствии с целевыми значениями показателей [2, 313-319].

На сегодня обычно эффективность организации оценивается по однопараметрическому (базовому или интегрированному) представлению объекта исследования (часто простое ранжирование), что не совсем корректно представляет оцениваемую многопараметрическую ситуацию с учетом внутренних и внешних связей.

В этой связи актуальным является предоставление руководителю (региона, муниципалитета, предприятия) в рамках ситуационного центра (СЦ) возможности оперативного оценивания положения (социально-экономического состояния) хозяйствующего субъекта, по различным наборам показателей. Внедрение решения в СЦ для руководителей разных уровней в виде единой информационной платформы, включающей в себя комплекс согласованных инструментальных средств, служит повышению оперативности и эффективности принимаемых управленческих решений.

На сегодня уже существуют системы, которые решают похожие проблемы, например:

- Планирование урожая. Фермеры используют СППР, чтобы определить лучшее время для посадки, внесения удобрений и сбора урожая. “Bayer Crop Science” применяет аналитику и поддержку принятия решений к каждому элементу своего бизнеса, включая создание «виртуальных фабрик» для проведения анализа «что, если» на своих предприятиях по производству кукурузы [13].
- Клинические СППР. Эти системы помогают клиницистам диагностировать своих пациентов. “PennMedicine” создала клиническую СППР, который помогает пациентам отделения интенсивной терапии быстрее отключиться от аппаратов искусственной вентиляции легких [12].
- Панели Clearlink. Эти системы помогают менеджерам контролировать показатели эффективности. Фирма цифрового маркетинга и услуг “Clearlink” использует систему СППР, чтобы помочь своим менеджерам определить, каким агентам нужна дополнительная помощь [11].

Интеграция процессов управления и цифровизации в социально-экономической сфере приводит к необходимости разработки инновационных систем управления различного назначения с применением интеллектуальных информационно-аналитических систем поддержки принятия решений.

В работе для организации процессов накопления и аналитической обработки первичной информации предлагается использование инструментария системного моделирования социально-экономических процессов и принятия решений как на микроэкономическом, так и макроэкономическом уровнях, на основе агрегированных экономических показателей.

На сегодня у авторов, для решения представленных выше задач поддержки принятия решения руководителя различного уровня управления, разработан следующий инструментарий [2, 313-319; 3, 264-268]:

1. Для проведения первичной разведки многомерных данных с целью выявления структурной особенности их расположения в многомерном признаковом пространстве реализован программный комплекс динамической визуализации многомерных данных «ДИВИЗ» (ПК «ДИВИЗ») [4, 51-61] и программный комплекс разведочного анализа и сегментации многомерных данных «ЛИЛИЯ» (ПК «ЛИЛИЯ») [5, 1-10].
2. Для подтверждения полученной информации о структуре и возможном количестве классов объектов реализована уникальная

возможность визуализации многомерных данных методом динамического проецирования на псевдотрехмерные когнитивные образы программного комплекса «ЗОНТ» (ПК «ЗОНТ»), который, в отличие от ПК «ЛИЛИЯ», является более информативным и переводит реальные объекты исследования в трехмерные образы [6, 1-10].

3. За этапом первичной разведки следует этап многомерной классификации объектов представления с целью определения их местоположения в многомерном признаковом пространстве. Для реализации данного этапа разработан программный комплекс автоматической классификации линейно неразделимых данных в непрерывном признаковом пространстве «ЛОТОС» (ПК «ЛОТОС»), который имеет в своем составе реализацию известных алгоритмов автоматической классификации семейства FOREL в виде отдельных приложений [7, 51-61].
4. Для визуализации полученных данных с привязкой к географическому положению исследуемых субъектов разработана информационно-аналитическая система «АРФА» (ИАС «АРФА»), которая позволяет представить результаты классификации в виде картограммы [8, 90-96].

Анализ существующих программных средств поддержки исследования сложных систем показал актуальность разработки Единой информационной платформы, объединяющей комплекс инструментальных средств в сопровождении интуитивно понятного графического интерфейса и мультимедийных электронных средств. При этом интеллектуальная система поддержки принятия решения (ИСППР) в виде Единой информационной платформы должна обеспечить участникам процесса исследования интерактивный диалог с возможностью доступа к согласованным автоматизированным инструментальным средствам.

Концепция создания ИСППР в виде Единой информационной платформы руководителя как информационно, так и технологически отвечает требованиям методологии «Автоматизация этапов системного анализа» [10, 141].

**Целью исследования** является разработка математического и алгоритмического аппарата адаптивных систем поддержки принятия решений на основе интеллектуальных процедур для различного класса задач в рамках реализации ИСППР в виде Единой информационной платформы руководителя.

В рамках исследования будет разработана методология построения

указанной платформы с использованием как уже разработанных авторами методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных для информационной поддержки процедур принятия решений, так и вновь созданных командой методов и алгоритмов мониторинга и визуализации первичных данных и выявления аналитических представлений закономерностей в исследуемых данных для генерации и предложения возможных сценариев развития ситуации для руководителя.

В результате проведенных в работе будут достигнуты следующие новые научные результаты:

1. Разработка методологии построения ИСППР для руководителя в виде единой информационной платформы.
2. Усовершенствование существующих и предложения новых математических методов и алгоритмов поддержки принятия решений на основе применения интеллектуальных подходов анализа данных (применение нечеткой логики и искусственных нейронных сетей).
3. Разработка адаптивного алгоритма аналитического построения закономерностей (АПЗ) на основе анализа малого объема данных для использования прогнозирования дальнейшего развития ситуаций.
4. Разработка механизмов построения возможных сценариев с учетом мнений лиц, принимающих решения, для синтеза адаптивной системы поддержки принятия решений на основе экспертных процедур.
5. Разработка концепции интеграции адаптивной системы поддержки принятия решений в состав ситуационного центра руководителя с целью увеличения эффективности управленческих решений.

Практическая ценность работы заключается в разработке специализированного программного комплекса, позволяющего решать задачи различного класса в ситуационных центрах с использованием алгоритмов адаптации системы поддержки принятия решений на основе интеллектуальных процедур.

**Концепция построения модели.** Решением указанной задачи может стать разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР), представленная на рисунке 1 [1, 175-179].

Основными составными частями ИСППР являются: сбор (1), анализ (2) и подготовка (3) информации к принятию решений (**Система мониторинга**), подготовка сценариев принятия решений на основе имитационных и прогнозных моделей (4), выбор альтернатив (5), анализ

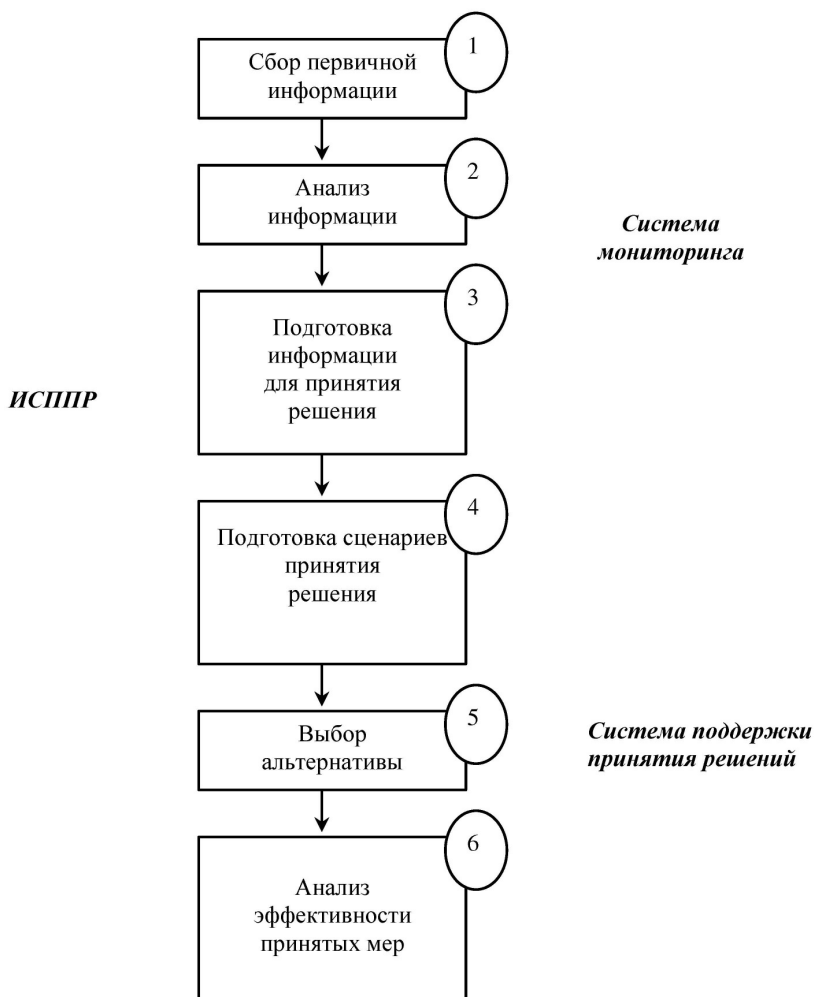
эффективности принятых мер (6) (*Система поддержки принятия решений*). Особенности системы мониторинга является целевая направленность информационных процессов и максимальная объективность получаемых выводов на каждой стадии переработки данных. Система поддержки принятия решений характеризуется альтернативностью, многокритериальностью, учетом мнений аналитиков и экспертов.

Применение систем поддержки принятия решений и анализа социально-экономических процессов на основе современных технологий компьютерного моделирования позволит оптимизировать расходы, прогнозировать основные показатели социально-экономического развития организации на долгосрочный период, «проигрывать» различные альтернативы развития, прогнозировать результаты готовящихся изменений, что в конечном итоге обеспечит повышение эффективности развития организации.

Источником информации для системы принятия решений служит информация, поступающая из отдельных источников данных, формирующихся на нижнем уровне управления и поступающая из внешних источников (рис. 1).

С другой стороны, изучение процессов, протекающих в сколь угодно крупных экономических системах, невозможно без учета их многоуровневой структуры. В случае применения методов экономико-математического моделирования возникает естественный вопрос об адекватном отображении в математических моделях особенностей этих структур, связей между экономическими показателями структурных единиц разных уровней.

Как было сказано выше, достаточно часто переход к высшим уровням экономических структур приводит к операции укрупнения (агрегирования) экономических показателей, характеризующих разноуровневые компоненты данной структуры. Такие преобразования в общем случае связаны с потерей информации. Как следствие, возникает практически важная проблема точности определения параметров моделей. С другой стороны, неизбежная субъективность выбора классической математической модели при формальном подходе также может дополнительно влиять на адекватность модели в целом (сверх субъективности, проявляемой экономистом-исследователем).



***Рисунок 1. Схема интеллектуальной системы поддержки принятия решений***

Большинство исследуемых социально-экономических процессов в современных условиях являются нестационарными вследствие различного и по содержанию, и по времени экономического спада. Поэтому стандартные (формализованные) методы обработки информации и экономико-математического моделирования зачастую оказываются непригодными

при компьютерном моделировании, а использование малых выборок при высокой степени неопределенности и большого набора показателей делает практически невозможным получить для процессов исследования на основе традиционных классических методов точного описания всех их внутренних и внешних количественных взаимосвязей.

При разработке ИСППР необходимо использовать неформальные подходы в системном исследовании социально-экономических процессов с учетом агрегирования основных экономических показателей.

Среди основных задач системного анализа, требующих неформального подхода, можно отметить следующие:

— формулировка проблемы - выбор информативных признаков (какую информацию следует принимать во внимание, а какой можно пренебречь);

— переход от формулировки проблемы к словесному описанию системы - построению неформальной модели, т.е. набора инструментов, которые могут объяснить отобранные наблюдения;

— перевод неформальной модели в математическую модель. Здесь могут возникнуть следующие трудности. Во-первых, неформальные модели являются неоднозначными, и может существовать несколько способов перевода неформальной модели в математическую. Во-вторых, допущения, применяемые к неформальной модели при математическом описании, могут вызвать значительное отклонение модели от исходной неформальной теории. В силу сложности математического описания трудноформализуемой системы, какой является социально-экономический процесс, требуется применение неклассических методов построения моделей, использующих теорию искусственного интеллекта, теорию нечетких множеств и нейронных сетей;

— перевод математических расчетов на естественный язык неизбежно влечет за собой потери или добавление некоторой информации и определенных допущений. Моделирование нередко может порождать неожиданные результаты, которые могут быть более информативными, чем изначально ожидается.

### **Методы исследования.**

В работе будут использованы методы и принципы концептуального анализа и синтеза систем, методы интеллектуального анализа данных, методы математического моделирования, методы адаптивного управления, методы оптимизации, экспертные методы принятия решений, методы разработки программного обеспечения и баз данных.



## **Заключение**

В рамках предложенных в работе исследований были выработаны следующие шаги проектирования и реализации ИСППР.

1. Анализ существующих систем поддержки принятия решений для оценки их адаптивности к задачам ситуационного центра на основе системного подхода.
2. Разработка классификации задач ситуационного центра на соответствие этапам и методам поддержки принятия решений при анализе неструктурированных и слабоструктурированных проблем.
3. Создание математической модели функционирования адаптивных систем поддержки принятия решений на основе процедур многоцелевой оптимизации, учитывающих различные типы исходной информации.
4. Разработка алгоритма адаптации системы поддержки принятия решений для задач ситуационного центра на основе интеллектуальной системы и мнений экспертов для структурированных и неструктурированных проблем.
5. Разработка алгоритмов и формирование требований к синтезу структуры адаптивной системы поддержки принятия решений.
6. Разработка структуры адаптивной системы поддержки принятия решений.
7. Разработка программного обеспечения адаптивной интеллектуальной поддержки принятия решения (intelligentdecision-makingsupportsystem) (IDMSS) и верификации теоретических положений и алгоритмов.
8. Оценка эффективности разработанных моделей, алгоритмов и программной системы поддержки принятия решений.

## **Литература**

1. Саакян Р. Р., Шпехт И. А. К вопросу построения интеллектуальной системы мониторинга и принятия решений в условиях становления цифровой экономики / Информационно-вычислительные технологии и их приложения: сборник статей XXIII Международной научно-технической конференции (13-14 июня 2019 г.).//МНИЦ ПГАУ. –Пенза: РИО ПГАУ, 2019. С. 175-179.
2. Саакян Р. Р., Шпехт И. А. Практическая реализация единой инфор-

мационной платформы при решении задач анализа и визуализации данных ситуационного центра руководителя / Экология, экономика, информатика /Сборник статей в 3 т.Т.1 «Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем». - Ростов-на-Дону: Изд-е типографии ЮФУ, 2015. С. 313-319.

3. Саакян Р. Р., Шпехт И. А. К вопросу методологического обеспечения систем распознавания, прогнозирования и классификации (РПК) сложных объектов управления в социальной сфере // Материалы X Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Филиал РГСУ в г. Анапе. 2016 Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Издательский Дом - Юг» (Краснодар) 2016. С. 264-268.
4. Саакян Р. Р., Шпехт И. А., Бурло А.Н. Программный комплекс динамической визуализации многомерных данных (Алгоритм «ДИВИЗ») // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2010612789. Федеральная служба по интеллектуальной собственности РФ, 23.04.2010. С. 51-61.
5. Саакян Р. Р., Шпехт И. А., Димитриенко А. С. Программный комплекс визуализации многомерных данных методом проецирования в пространство малой размерности (Алгоритм «ЛИЛИЯ») // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011617626. Федеральная служба по интеллектуальной собственности РФ, 30.09.2011. С. 1-10.
6. Саакян Р. Р., Шпехт И. А., Соляник М. В. Программный комплекс визуализации многомерных данных методом динамического проецирования на псевдотрехмерные когнитивные образы (Алгоритм «ЗОНТ») // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011616265. Федеральная служба по интеллектуальной собственности РФ, 10.08.2011. С. 1-10.
7. Шпехт И. А., Саакян Р. Р., Чепенко Р. В. Программный комплекс классификации многомерных линейно несепарабельных данных (Алгоритм «ЛОТОС») // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2010612788. Федеральная служба по интеллектуальной собственности РФ, 23.04.2010. С. 51-61.
8. Шпехт И. А., Саакян Р. Р., Орфаниди М. Н. Программный комплекс аналитической обработки и управления данными «АРФА» (ПК «АРФА») // Свидетельство о государственной

- регистрации программы для ЭВМ №2012611862. Федеральная служба по интеллектуальной собственности РФ, 28.12.2011. -С. 90-96.
9. Шпехт И. А, Саакян Р. Р., Алгоритмы и программные средства интеллектуального анализа данных для информационной поддержки процедур принятия решений // Вестник ИМСИТ – 2017. № 2 (70). С. 39-41.
  10. Шпехт И. А., Симанков В. С., Саакян Р. Р. Технология экспертно-классификационного анализа и моделирования целей сложных систем с опорой на процедуры методологии ASSA // «Информатика и системы управления»/ г. Хабаровск: 2011.-№2. С. 141.
  11. Nashville, Clear Link Systems (2021). [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
<https://www.clearlinksystems.com/about/>
  12. Support Services for International Patients (2022). [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
<https://www.pennmedicine.org/global-medicine/support-services>
  13. Werner Baumann, Shaping Agriculture for Farmers, Consumers & the Planet (2021). [Электронный ресурс] – Режим доступа:  
<https://www.bayer.com/en/crop-science/crop-science-division>

## **Անորոշության պայմաններում մենեջերի համար որոշումների աջակցման խելացի համակարգի մշակում**

***Հովհաննիսյան Նարեկ  
Մահակյան Ռուստամ  
Շպեխտ Իրինա***

### **Ամփոփում**

***Հանգուցային բառեր.** տվյալների մոնիտորինգի մեթոդներ և ալգորիթմներ, տվյալների վիզուալիզացիա, տվյալների մշակում, որոշումների աջակցություն, պլանավորում, օրինաչափությունների վերլուծական ներկայացում*

Կառավարման արդյունավետությունը բարելավելու նպատակով աշխատությունում առաջարկվում է անորոշության պայմաններում դեկավարի համար որոշումներ կայացնելու աջակցող համակարգի մշակում և կառուցում, որը հիմնված է համակարգված մոտեցման հիման վրա օգտագործելով տնտեսական տեղեկատվական համակարգերի

ուսումնասիրության պաշտոնական, ոչ ֆորմալ մոտեցումների հետ մեկտեղ՝ հաշվի առնելով հիմնական տնտեսական ցուցանիշների համախառման խնդիրները, որոնք առաջանում են սոցիալ-տնտեսական կառավարման համակարգերի բազմամակարդակ բնույթի պատճառով: Մշակված ինտելեկտուալ համակարգը պետք է թույլ տա տեղեկատվության մուտքագրումն ու մշակումը ինտերակտիվ ռեժիմով, բացահայտի խնդիրները՝ հիմնված մշակված մոդելավորման և կանխատեսման մոդելների վրա, և առաջարկի դրանց լուծման տարբերակներ:

Որոշումների աջակցման համակարգերի օգտագործումը և ժամանակակից համակարգչային մոդելավորման տեխնոլոգիաների վրա հիմնված սոցիալ-տնտեսական գործընթացների վերլուծությունը թույլ կտան օպտիմալացնել ծախսերը, երկարաժամկետ կանխատեսել կազմակերպության սոցիալ-տնտեսական զարգացման հիմնական ցուցանիշները, «կորցնել» զարգացման տարբեր այլընտրանքներ, կանխատեսել վերահաս փոփոխությունների արդյունքները, որոնք, ի վերջո, կապահովեն կազմակերպության զարգացման արդյունավետության բարձրացումը:

Կառավարման գործընթացների զարգացման ժամանակակից միտումները, ինչպես պետական, այնպես էլ մասնավոր հատվածում, որոշում են թվային տեխնոլոգիաների կիրառման նոր պահանջներ: Կառավարման տարբեր մակարդակներում ընդունված որոշումների արդյունավետության բարելավումը հնարավոր է դառնում, երբ օգտագործվում են մասնագիտացված խելացի համակարգեր դժվար ձևակերպելի առաջադրանքների լուծման համար:

Իդեալական համակարգերը վերլուծում են տեղեկատվությունը և իրականում որոշումներ են կայացնում օգտագործողի համար: Առնվազն, նրանք թույլ են տալիս որոշում կայացնողներին (DM) ավելի արագ կայացնել ավելի տեղեկացված որոշումներ:

# Development of an Intelligent Decision-Making Support System for a Manager in Conditions of Uncertainty

*Hovhannisyan Narek*

*Saakyan Rustam*

*Shpekht Irina*

## Conclusion

**Key words:** *data monitoring methods and algorithms, data visualization, data processing, decision support, planning, analytical presentation of patterns*

In order to improve the efficiency of management, the work proposes the development and construction of a decision support system for the manager in a situation of uncertainty, based on a systematic approach using formal, informal approaches to the study of economic information systems, taking into account the problem of consolidating key economic indicators due to the multifaceted nature of socio-economic governance systems. The developed intelligent system should allow the input and processing of information in an interactive mode, identify the problems based on the developed modeling and prediction models and offer solutions to them.

The use of decision support systems and analysis of socio-economic processes based on modern computer modeling technologies will allow optimizing costs, long-term forecast of key indicators of socio-economic development of the organization, “lose” various development alternatives, predict results. Upcoming changes will ultimately ensure the effectiveness of the organization’s development.

Modern trends in the development of management processes, both in the public and private sectors, determine new requirements for the use of digital technologies. Improving the effectiveness of decisions made at different levels of government is possible when specialized intelligent systems are used to solve difficult tasks.

Ideal systems analyze information and actually make decisions for the user. At the very least, they allow decision makers (DMs) to make more informed decisions faster.

Ներկայացվել է 12.04.2022թ.

Գրախոսվել է 15.04.2022 թ.

Ընդունվել է տպագրության 27.05.2022 թ.