

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ И РЕЙТИНГА СПАСАТЕЛЕЙ

К. Р. Еникева<sup>1</sup>, Д. А. Ризванов<sup>2</sup>, В. Р. Хамидуллин<sup>3</sup>, А. И. Белюшин<sup>4</sup>

<sup>1</sup>enikeevka@rambler.ru, <sup>2</sup>ridmi@mail.ru, <sup>3</sup>vadimiratovich@mail.ru, <sup>4</sup>bai.90@mail.ru

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

*Поступила в редакцию 10 июня 2014 г.*

**Аннотация.** Рассматривается математическое обеспечение поддержки принятия решений при формировании аварийно-спасательных подразделений и рейтинга спасателей. Анализируется проблема, разрабатываются математические модели и методы, приводятся направления дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** поддержка принятия решений; формирование подразделений спасателей; рейтинг спасателей; многоагентные технологии.

### ВВЕДЕНИЕ

В последнее десятилетие количество опасных природных явлений и техногенных катастроф на территории Российской Федерации ежегодно растет. Риски чрезвычайных ситуаций (ЧС) несут угрозу для населения, объектов экономики и экологии страны. С целью спасения жизни и здоровья людей от чрезвычайных ситуаций и для проведения работ по их ликвидации создаются аварийно-спасательные формирования.

Аварийно-спасательное формирование (АСФ) – это самостоятельная или входящая в состав аварийно-спасательной службы структура, предназначенная для проведения аварийно-спасательных работ, основу которой составляют подразделения спасателей, оснащенные специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами. Аварийно-спасательные работы (АСР) – это действия по спасению людей, материальных и культурных ценностей, защите природной среды в зоне чрезвычайных ситуаций, локализации ЧС и подавлению или доведению до минимально возможного уровня воздействия характерных для них опасных факторов [1].

Кроме основной работы АСФ – устранение ЧС и проведение АСР – существуют и внутренние (второстепенные, подготовительные) задачи, от решения которых зависит эффективность работы аварийно-спасательных служб. Такими задачами являются:

- оперативный учет деятельности АСФ;
- формирование отчетности и ведение статистики о работе АСФ;
- формирование сбалансированных подразделений спасателей;
- формирование рейтингов спасателей.

Для решения этих задач разрабатывается программный комплекс для поддержки принятия решений в ЧС. Первые две задачи уже были решены, в результате чего были разработаны два программных продукта [2, 3]. В данной статье речь пойдет о решении задач по сбалансированному формированию подразделений спасателей и формированию рейтингов спасателей.

### ЗАДАЧА ФОРМИРОВАНИЯ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СПАСАТЕЛЕЙ С УЧЕТОМ УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ И ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Основу аварийно-спасательного формирования составляют четыре аварийно-спасательных подразделения (АСП), они заступают на

дежурство поочередно по графику «сутки через двое».

Спасатели, входящие в состав АСП, различаются между собой классом квалификации (спасатель, спасатель второго, первого, международного класса) и имеющимися дополнительными специальностями, такими как водитель, промышленный альпинист, водолаз, стропальщик и др. При этом некоторые рабочие профессии также имеют градацию по уровню (например, водолаз второго, первого класса; водитель различных категорий и т.д.). Один и тот же спасатель может обладать несколькими специальностями (см. табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика спасателей подразделения по классу квалификации и специальностям**

ФИО спасателя	Квалификация	Специальности
Иванов И.И.	спасатель I класса	водолаз II класса; водитель категории «В»; стропальщик; моторист
Петров П.П.	спасатель II класса	водолаз III класса; водитель категории «В, С»; промышленный альпинист 5 разряда
...		

Таким образом, для эффективной работы отряда необходимо, чтобы в каждом из четырех АСП присутствовали спасатели, имеющие разнообразные специальности и уровень подготовленности спасателей каждого из подразделений был бы примерно одинаков (т. е. не должно возникнуть ситуации, в которой одно подразделение состоит из первоклассных профессионалов, а другое из неопытных новичков). Принимая во внимание тот факт, что АСП – это коллектив людей, между которыми существуют межличностные взаимоотношения, предлагается при их формировании учитывать и коэффициент психологической совместимости. Это будет способствовать созданию благоприятного психологического климата в коллективе и, как следствие, более эффективной работе подразделения.

При этом недостаточно один раз сформировать сбалансированные подразделения. Задача перераспределения личного состава возникает довольно часто. Это связано с уходом спасателей в отпуск, на больничный, отъездом в командировки, поочередным прохождением курсов повышения квалификации, увольнением или принятием на службу новобранцев. Комплекта-

ция подразделений также может варьироваться в зависимости от сезона.

Функция распределения спасателей по подразделениям возложена на руководство АСФ. В процессе формирования АСП нужно учитывать множество факторов, характеристик спасателей. Для оперативного и точного решения поставленной задачи необходимо использовать возможности современных информационных технологий.

**УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ  
В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ  
МНОГОАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Первым шагом в реализации системы поддержки принятия решений является разработка математической модели. Рассмотрим математическую модель задачи формирования сбалансированных подразделений спасателей с учетом уровня профессиональной подготовки и психологической совместимости.

Пусть

$N$  – количество спасателей;

$M$  – количество подразделений;

$L$  – количество специальностей спасателей;

$R_i = (r_{i1}, \dots, r_{iL})$  – профиль  $i$ -го спасателя.

Профиль спасателя представляет собой вектор, компоненты которого  $r_{il} \in [0, 1]$  ( $i = 1, \dots, N, l = 1, \dots, L$ ) соответствуют степени владения  $i$ -м спасателем  $l$ -й специальностью (это может быть класс квалификации, разряд, категория и т. п.);

Матрица  $X = (x_{ij})$ , элементы которой  $x_{ij} = 1$ , если  $i$ -й спасатель включен в состав  $j$ -го подразделения, и  $x_{ij} = 0$ , в противном случае.

$RP_j = (rp_{j1}, \dots, rp_{jL})$  – профиль  $j$ -го подразделения. Структура профиля подразделения совпадает со структурой профиля специалиста. Компоненты профиля подразделения можно определить по формуле:

$$rp_{jl} = \max_i (r_{il} x_{ij}), i = \overline{1, N}, j = \overline{1, M}, l = \overline{1, L}.$$

Введем функцию

$$D(RP_j, RP_k) = \sqrt{\sum_{l=1}^L (rp_{jl} - rp_{kl})^2}, j, k = \overline{1, M}$$

как расстояние между профилями  $j$ -го и  $k$ -го подразделений.

Требуется минимизировать разницу в степени владения специальностями между подразделениями:

$$\max D(RP_j, RP_k) \rightarrow \min, j, k = \overline{1, M}.$$

При распределении спасателей по подразделениям важно учитывать морально-психологический климат в коллективе. Для этого введем:

$PS = (ps_{is})$  – матрица, отражающая психологическую совместимость  $i$ -го и  $s$ -го спасателей (данные могут быть получены на основе анкетирования);

$PSP_j$  – величина, характеризующая морально-психологический климат в  $j$ -м подразделении (зависит от психологической совместимости спасателей).

Тогда величина  $PSP_j$  должна быть больше некоторой заданной нижней границы ( $PSP_j \geq \delta$ ), а в идеальном случае требуется максимизировать величину  $PSP_j$  для каждого подразделения.

### ПРЕДЛАГАЕМЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СПАСАТЕЛЕЙ

Для решения поставленной задачи предлагается использовать подход, основанный на многоагентных технологиях [4, 5], и разработать прототип многоагентной системы формирования подразделений спасателей. Многоагентная система (МАС) – это система, образованная несколькими взаимодействующими интеллектуальными агентами, которые взаимодействуют друг с другом на основе коммуникаций. Каждый агент ведет себя в соответствии с заложенной в него целью и моделью поведения. Решение задачи с применением многоагентной системы строится как результат такого взаимодействия.

В разрабатываемой многоагентной системе предлагается выделить следующие классы агентов:

- спасатели – это класс агентов, который обладает информацией о своем опыте, рабочих специальностях, психологической совместимости с другими спасателями;
- агент, отвечающий за отдельную специальность внутри подразделения, его цель – получить в свое подразделение высококлассного специалиста.
- агент-координатор – решает, достаточно ли спасателей набрано в подразделение, подсчитывает профиль подразделения и стремится максимизировать его.

Задача будет решаться в два этапа. На первом этапе будет происходить первоначальное формирование подразделений спасателей в соответствии с потребностями в специальностях.

На втором этапе будет происходить перераспределение спасателей с целью минимизации различий между уровнями подготовки подразделений с учетом морально-психологического климата в подразделении.

Таким образом, разрабатываемый прототип многоагентной системы даст возможность формировать сбалансированные по уровню подготовки и умениям аварийно-спасательные подразделения, учитывая при этом морально-психологический климат в коллективе.

### ФОРМИРОВАНИЕ РЕЙТИНГОВ СПАСАТЕЛЕЙ

Ежегодно в поисково-спасательном отряде (ПСО) города Уфы проводится конкурс на определение лучшего спасателя года. На данный момент есть только один критерий, по которому оценивают спасателей. Это балл за участие в различных видах поисково-спасательных работ (ПСР). Например: ДТП, демеркуризация, бытовые, на воде, биолого-социальные, загазованность и др.

Баллы спасателей рассчитываются по формуле

$$a = b + c + d + \dots + k,$$

где

$b = 2 + N + n$  ( $b$  – количество баллов за участие в бытовых ПСР,  $N$  – количество ПСР,  $n$  – количество часов, затраченных на данный вид ПСР);

$c = 5 + N + n$  ( $c$  – количество баллов за участие в ПСР на дорожно-транспортных происшествиях);

$d = 5 + N + n$  ( $d$  – количество баллов за участие в ПСР на водных объектах);

$e = 10 + N + n$  ( $e$  – количество баллов за участие в ПСР в горах);

$f = 6 + N + n$  ( $f$  – количество баллов за участие в ПСР в лесу);

$j = 6 + N + n$  ( $j$  – количество баллов за участие в ПСР в техногенной среде (завалы, обрушения домов));

$k = 7 + N + n$  ( $k$  – количество баллов за участие в ПСР с применением водолазных технологий);

$l = 6 + N + n$  ( $l$  – количество баллов за участие в ПСР с применением средств индивидуальной защиты).

Существующий критерий оценки деятельности спасателей не отражает всю полноту выполняемой ими работы и их личных достижений. Так, существуют и другие показатели, характеризующие спасателей:

- оценка начальника подразделения;
- оценка остальных спасателей;
- результаты прохождения профессионального техминимума;

- результаты сдачи нормативов по физической подготовке;
- участие в общественной деятельности.

В данной статье предлагается более объективный метод выбора лучшего спасателя ПСО с учетом этих критериев. Был проведен анализ наиболее популярных методов оценивания персонала, такие как метод «360 градусов», метод анкетирования, метод сравнения по парам и метод анализа иерархий. Метод анализа иерархий лучше подходит для данной предметной области, так как, применяя его, есть возможность использовать всю полноту информации о сотрудниках и их работе, которая собирается в течение года в базе данных.

### ПОСТАНОВКА И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЙТИНГОВ СПАСАТЕЛЕЙ

Основная цель деятельности ПСО – противодействие поражающим факторам ЧС, сохранение жизни и здоровья людей [1]. При этом работа личного состава отряда характеризуется высоким уровнем физического, умственного и психологического напряжения. В связи с этим руководству необходимо оценивать спасателей по следующим критериям:

- балл за участие в различных видах ПСР;
- балл оценки начальника подразделения;
- балл оценки остальных спасателей;
- балл по результатам прохождения профессионального техминимума;
- балл по итогам сдачи нормативов по физической подготовке;
- балл за участие в общественной деятельности.

Ранжирование будет производиться на основе метода анализа иерархий (МАИ) [6].

В данной задаче необходимо выбрать лучшего спасателя ПСО из всех спасателей отряда по вышеописанным критериям отбора. Далее каждому критерию отбора необходимо поставить приоритетный вес. Приоритеты – это числа, которые связаны с узлами иерархии. Они представляют собой относительные веса элементов в каждой группе. Подобно вероятностям, приоритеты – безразмерные величины, которые могут принимать значения от нуля до единицы. Чем больше величина приоритета, тем более значимым является соответствующий ему элемент. Сумма приоритетов элементов, подчиненных одному элементу выше лежащего уров-

ня иерархии, равна единице. Приоритет цели по определению равен 1.0 (рис. 1).



Рис. 1. Показатели, формирующие рейтинг спасателя

В результате у каждой альтернативы, в нашем случае – у каждого спасателя, есть баллы по каждому критерию (т.е. баллы за участие в различных видах ПСР, оценка начальника подразделения, оценка от товарищей по подразделению, оценка по результатам прохождения профессионального техминимума, сдачи нормативов по физической подготовке и оценка за общественную деятельность). Так как эти баллы являются целыми числами, например, балл за участие в ПСР может быть 312, то в соответствии с МАИ необходимо привести их к виду от нуля до единицы. Для этого суммируются баллы всех спасателей и балл каждого спасателя делят на эту сумму.

На основе коэффициентов альтернатив и критериев считается итоговый коэффициент каждого спасателя путем умножения локального приоритета каждой альтернативы на приоритет каждого критерия и суммирования по всем критериям. На основе полученных данных выбирается лучший спасатель путем сравнения баллов.

Например, спасатель 1 получил 312 баллов, спасатель – 288 баллов, спасатель 3 – 295 баллов.

Таким образом, общий балл:

$$312 + 288 + 295 = 895 \text{ баллов.}$$

Коэффициенты будут равны:

$$312/895 = 0,348 \text{ (для спасателя 1),}$$

$$288/895 = 0,321 \text{ (для спасателя 2),}$$

$$295/895 = 0,329 \text{ (для спасателя 3).}$$

Аналогично считаются коэффициенты остальных альтернатив.

На основе коэффициентов альтернатив и критериев считается итоговый коэффициент каждого спасателя путем умножения локального приоритета каждой альтернативы на приоритет каждого критерия и суммирования по всем критериям.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следующим этапом исследований станет разработка алгоритмического и программного обеспечения (ПО), позволяющего формировать сбалансированные подразделения спасателей и анализировать работу спасателей на основе метода анализа иерархий. Ранее нами было разработано ПО для оперативного сбора данных о ЧС и анализа статистики работы аварийно-спасательных формирований [7–11], одной из функций которого является ведение учета данных о спасателях и их оперативной работе. Таким образом, разработка программы для анализа работы спасателей станет логическим продолжением начатых работ, и она будет интегрироваться с уже существующим ПО [2, 3].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Федеральный закон** от 22.08.1995 № 151-ФЗ (ред. от 02.10.2012) «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» (принят Государственной Думой 14.07.1995). 18 с. [ *On the emergency services and the status of rescuers*, (in Russian), Federal law № 151-FZ, Moscow, 2012. ]
2. **Свид.** о рег. программы для ЭВМ № 2013661496. Отчеты спасотряда / К. Р. Еникеева, А. И. Белюшин, В. Р. Хамидуллин. Роспатент, 9 дек. 2013.
3. **Свид.** о рег. программы для ЭВМ № 2013619717. Дневник спасателя / К. Р. Еникеева, А. И. Белюшин, В. Р. Хамидуллин. Роспатент, 18 дек. 2013.
4. **Wooldridge M. J., Jennings N. R.** Intelligent agents: theory and practice // *The Knowledge Engineering Review*. 1995. 10 (2). P. 115–152. [ M. J. Wooldridge, N. R. Jennings, “Intelligent agents: theory and practice”, in *The Knowledge Engineering Review*, no. 10 (2), pp. 115-152, 1995. ]
5. **Ризванов Д. А.** Применение многоагентных технологий для решения задачи распределения ресурсов в условиях чрезвычайных ситуаций // *Вестник УГАТУ*. 2012. Т. 16, № 6 (51). С. 220–225. [ D. A. Rizvanov, “The use of multi-agent technology to solve the problem of resource allocation in emergency situations” (in Russian), in *Vestnik UGATU*, vol. 16, no. 6 (51), pp. 220-225, 2012. ]
6. **Саати Т. Л.** Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1989. 316 с. [ T. L. Saati, *Decision-making. Method of analysis of hierarchies*, (in Russian). Moscow: Radio i svyaz, 1989. ]
7. **Юсупова Н. И., Еникеева К. Р.** Поддержка принятия решений при анализе рисков производственных аварий и ЧС: препринт монографии. Уфа: УНЦ РАН, 2013. 132 с. [ N. I. Yusupova and K. R. Enikeeva, *Support decision-making in risk analysis of industrial accidents and emergency situations: monograph preprint*, (in Russian). Ufa: UNC RAN, 2013. ]
8. **Юсупова Н. И., Еникеева К. Р.** Системный анализ и модели поддержки принятия решений при стратегическом управлении аварийно-спасательным формированием // *Вестник УГАТУ*. 2013. Т. 17, № 5 (58). С. 3–11. [ N. I. Yusupova and K. R. Enikeeva “Systems analysis and decision support models for strategic management of rescue units” (in Russian), in *Vestnik UGATU*, vol. 17, no. 5 (58), pp. 3-11, 2013. ]
9. **Еникеева, К. Р., Хамидуллин, В. Р., Белюшин, А. И.** Программное обеспечение для ведения документации аварийно-спасательных служб и анализа статистики ЧС // Интеллектуальные технологии обработки информации и управления: сб. тр. Междунар. молодежн. конф. (Уфа, 17–20 июля 2012). Уфа: АРКАИМ, 2012. Т. 1. С. 83–85. [ K. R. Enikeeva, V. R. Khamidullin and A. I. Belyushin “Software for documentation of emergency services and disaster statistics analysis”, (in Russian), in *Proc. Int. Workshop on Intellectual Technologies for Information Processing and Management*, Ufa, 2012, vol. 1, pp. 83-85. ]
10. **Enikeeva, K. R., Khamidullin V. R., Belyushin A. I.** Development of system models and software for the rapid inclusion of information on emergencies and analyze the statistics of the emergency services // CSIT’2012: Proc. 14th Int. Workshop on Computer Science and Information Technologies (Hamburg – Norwegian Fjords, 2012). Ufa: UGATU, 2012. Vol. 2. P. 52–57. [ K. R. Enikeeva, V. R. Khamidullin and A. I. Belyushin “Development of system models and software for the rapid inclusion of information on emergencies and analyze the statistics of the emergency services,” in *Proc. 14th Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT’ 2012)*, Hamburg – Norwegian Fjords, 2012, vol. 2, pp. 52-57. ]
11. **Enikeeva K. R., Rizvanov D. A., Belyushin A. I., Khamidullin V. R.** Forming of rescue subdivisions based on the level of training and psychological compatibility with the use of multi-agent approach // *Вестник УГАТУ*. 2013. Т. 17, № 6. С. 61–64. [ K. R. Enikeeva, D. A. Rizvanov, A. I. Belyushin and V. R. Khamidullin “Forming of rescue subdivisions based on the level of training and psychological compatibility with the use of multi-agent approach”, in *Vestnik UGATU*, vol. 17, no. 6 (59), pp. 61-64, 2013. ]
12. **Юсупова Н. И., Шахмаметова Г. Р., Еникеева К. Р.** Модели представления знаний для идентификации опасностей промышленного объекта // *Вестник УГАТУ*. 2008. Т. 11, № 1. С. 91–100. [ N. I. Yusupova, G. R. Shakhmametova and K. R. Enikeeva “Knowledge representation models for hazard identification industrial facility” (in Russian), in *Vestnik UGATU*, vol. 11, no. 1, pp. 91-100, 2008. ]

13. Юсупова Н. И., Митакович С. А., Еникеева К. Р. Системное моделирование процесса информационной поддержки разработки паспортов безопасности опасных производственных объектов // Вестник УГАТУ. 2008. Т. 10, № 2. С. 80–87. [ N. I. Yusupova, S. A. Mitakovich and K. R. Enikeeva "System modeling of information support the development of safety data sheets of hazardous production facilities" (in Russian), in *Vestnik UGATU*, vol. 10, no. 2, pp. 80-87, 2008. ]

14. Попов Д. В., Ризванов Д. А., Юсупова Н. И., Фридлянд А. М. Системно-когнитивный подход к управлению жизненным циклом научно-исследовательского проекта // Мехатроника, автоматизация, управление. 2005. № 8. С. 34–39. [ D. V. Popov, D. A. Rizvanov, N. I. Yusupova and A. M. Fridlyand "System-cognitive approach to the management of the lifecycle of a research project" (in Russian), in *Mehatronika, avtomatizaciya, upravlenie*, no. 8, pp. 34-39, 2005. ]

#### ОБ АВТОРАХ

**ЕНИКЕЕВА Карина Рафаэлевна**, доц. каф. выч. математики и кибернетики. Дипл. инж. по защите в чрезв. ситуациях (УГАТУ, 2005). Канд. тех. наук по сист. анализу, упр-ю и обраб. информации (УГАТУ, 2008). Исслед. в обл. сист. анализа, интелект. инф. систем, анализа рисков и защиты от ЧС.

**РИЗВАНОВ Дмитрий Анварович**, доц. каф. выч. математики и кибернетики. Дипл. инж.-прогр. (УГАТУ, 1995). Канд. экон. наук по мат. и инст. методам в экономике (Ин-т экономики УрО РАН, г. Екатеринбург, 2003). Иссл. в обл. поддержки принятия решений в соц. и экон. системах, разработки многоагентных систем.

**ХАМИДУЛЛИН Вадим Ринатович**, м-нт каф. выч. математики и кибернетики. Б-р техн. и технол. (УГАТУ, 2012). Магистр по напр. инф. и выч. техника (УГАТУ, 2014).

**БЕЛЮШИН Арсений Иванович**, м-нт каф. выч. математики и кибернетики. Б-р техн. и технол. (УГАТУ, 2012). Магистр по напр. инф. и выч. техника (УГАТУ, 2014).

#### METADATA

**Title:** Mathematical software of decision support in forming of emergency departments and rescue rating.

**Author:** K. R. Enikeeva, D. A. Rizvanov, V. R. Khamidullin, A. I. Belyushin.

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

**Email:** enikeevka@rambler.ru, ridmi@mail.ru, vadimirinatovich@mail.ru, bai.90@mail.ru.

**Language:** Russian.

**Source:** Vestnik UGATU (Scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), vol. 18, no. 5 (66), pp. 159-164, 2014. ISSN 2225-2789 (Online), ISSN 1992-6502 (Print).

**Abstract:** Article is devoted to the development of software to support decision making in emergency departments and rescuers rating. The analysis of the problem, provided the development of mathematical models and methods are further research.

**Key words:** decision support; forming subdivisions rescuers; rating rescuers; multi-agent technology.

#### About authors:

**ENIKEEVA, Karina Rafaelyevna**, Dozent., Dept. of Computational Mathematics and Cybernetics. Cand. of Techn. Sci. (UGATU, 2008).

**RIZVANOV, Dmitry Anvarovich**, Assoc. Prof., Dept. of Computational Mathematics and Cybernetics. Dipl. Software Engineer (UGATU, 1995). Cand. of Econ. Sci. (Institute of Economics of Ural Branch of Russian Academy of Science, Ekaterinburg, 2003).

**KHAMIDULLIN, Vadim Rinatovich**, Master's degree, Dept. of Computational Mathematics and Cybernetics.

**BELYUSHIN, Arseniy Ivanovich**, Master's degree, Dept. of Computational Mathematics and Cybernetics.