

УДК 519.76

doi: 10.26102/2310-6018/2018.23.4.030

А.В. Ганичева, А.В. Ганичев
**ГРАММАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ И АНАЛИЗУ
ЦЕЛЕЙ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

*Тверская государственная сельскохозяйственная академия,
Тверской государственный технический университет,
Тверь, Россия*

Актуальность исследования обусловлена сложностью и важностью проблемы определения и описания целей в учебном процессе. Важность решения данной проблемы определяется тем, что без правильной постановки и согласования целей образовательной организации невозможно функционирование ни одного учебного заведения. Реализуемый в настоящее время в системе образования компетентностный подход выдвигает новые, повышенные требования к целеполаганию, включая конечную результативность поставленных целей. Для описания иерархической структуры целей необходима их формализация (построение математической модели целей). В настоящее время не существует универсального метода разработки таких моделей. В статье излагается метод описания и анализа целей учебного процесса с помощью математического аппарата формальных КС-грамматик. В качестве примера применения разработанного метода построена грамматика для описания целей кафедр в рамках межпредметного обучения. Показан пример вывода грамматической цепочки для куста зависимостей. Построено дерево синтаксического подчинения. Материалы статьи представляют практическую ценность, так как могут найти применение не только в учебном процессе и других областях социальной сферы (культуре, здравоохранении и т. д.), но и в системах производственно-экономической сферы.

Ключевые слова: цель, задача, формальная грамматика, куст зависимостей, дерево вывода, дерево синтаксического подчинения.

Введение. Проблема целей в обучении является одной из наиболее сложных и важных проблем в образовательном процессе. На важность проблемы целей в системах организационного управления указывал академик В.М. Глушков. Он считал, что цели очень часто формулируются слишком неопределенно и недостаточно точно [1].

Особенно актуальной проблема определения и описания целей педагогической системы становится в компетентностном подходе к образованию, который предполагает конкретность, достижимость и согласование целей. Для возможности согласования целей необходимо согласовать интересы участников учебного процесса. В статье [2] рассмотрен подход к согласованию интересов на разных уровнях организации учебного процесса в ВУЗе (администрация – кафедры – учащиеся) на основе многоуровневой иерархической системы.

Как отмечается в научной литературе, проблема целей в обучении недостаточно разработана в теоретическом и практическом плане [3, с. 272]. В настоящее время нет единого универсального способа формализации целей. Часто применяемым методом построения иерархической структуры целей является метод «дерева целей» [4]. Для определения целей применяются методы SMART (Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time bound), BSC (Balanced Scorecard), TPS (Total Performance Scorecard), WBS (Work Breakdown Structure) [5], среда Business Studio [6]. Перспективным направлением формирования целей является интеллектуальная технология автоматизированного формирования целей систем производственной сферы [7, 8], в которой используются семиотические методы, фреймовые и графовые структуры, формальные грамматики.

Целью данной работы является разработка метода описания целей учебного процесса с помощью формальных грамматик. В отличие от известных исследований [8], предлагается не вводить специальные грамматики, а использовать классические КС-грамматики [9]. Это позволяет построить более универсальную грамматику, согласующуюся с использованием грамматик для описания других элементов интеллектуальной системы обучения, например, анализа учебных динамических сцен [10], оценки эффективности обучения [11], описания онтологий в педагогике [12].

1. Метод описания и анализа целей учебного процесса

Существо метода заключается в следующем.

1. Описание системы целей подразделений учебной организации с указанием зависимости одних целей от других с учетом выполняемых задач (графически указывается стрелкой от старшей цели к зависимой цели).
2. Сформулированная система целей описывается КС-грамматикой.
- 3 Цели подразделений представляют собой вершины куста. Куст зависимостей-множество всех узлов дерева, в которые идет путь из данного узла (вершины).
4. Такое описание дает возможность формализовать куст зависимостей задач подразделений для определения важности и активности каждой решаемой задачи согласно числу ее вхождений в куст зависимостей.
5. Сегменты куста соответствуют совместному выполнению задач.
6. При движении слева направо по конечной цепочке куста происходит анализ связи и зависимости между задачами.

7. Куст зависимостей продуцирует систему составляющих (каждая составляющая характеризует тесно связанные задачи) и дерево синтаксического подчинения.

2. Согласование целей структурных подразделений ВУЗа

В образовательной системе можно выделить иерархию целей:

1) цели образования в обществе; 2) цели образования, реализуемые в учебном заведении; 3) цели образования, реализуемые через учебный предмет.

Согласование целей рассмотрим на примере изучения предмета кафедрами ВУЗа. Глобальной целью будем называть изучение предмета. Целью кафедры будем считать формирование компетенций по данному предмету.

В структуре целей учебного предмета на кафедре можно выделить несколько задач, например:

1) усвоение знаний; 2) выработка умений 3) выработка навыков; 4) формирование логического мышления; 5) развитие творческих способностей; 6) формирование способности решать проблемы.

Не нарушая общности, рассмотрим случай 3-х кафедр, каждая из которых имеет свою цель и 6 реализующих ее задач (рис. 1). Будем считать, что цели кафедр независимы.

На данном рисунке стрелками указана зависимость одной задачи от другой задачи. Причем стрелка идет к зависимой задаче. Из анализа рисунка видно, что для Кафедры 1 Задача 1.1 является независимой, т.е. основной. От этой задачи напрямую зависят задачи 1.2 и 1.3, опосредованно зависят задачи 1.4, 1.5 и 1.6. Кроме того, Задача 1.1 влияет на решение задач 2.1 и 2.5 Кафедры 2. Задача 1.1 влияет на решение Задачи 1.4. Задача 1.5 зависит от задачи 1.4, задача 1.6 – от задачи 3.6. В то же время задачи 2.1 и 2.5 Кафедры 2 зависят от Задачи 1.1 Кафедры 1, Задача 3.6 Кафедры 3 зависит от Задачи 1.6 Кафедры 1, Задача 1.3 зависит не только от задач 1.1 и 1.4 Кафедры 1, но и от Задачи 2.6 Кафедры 2.

Таким образом, имеем «Куст зависимостей» задач Кафедры 1. Аналогично рассматриваются кусты зависимостей кафедр 2 и 3. Для краткости будем говорить «куст зависимостей 1, 2, 3».

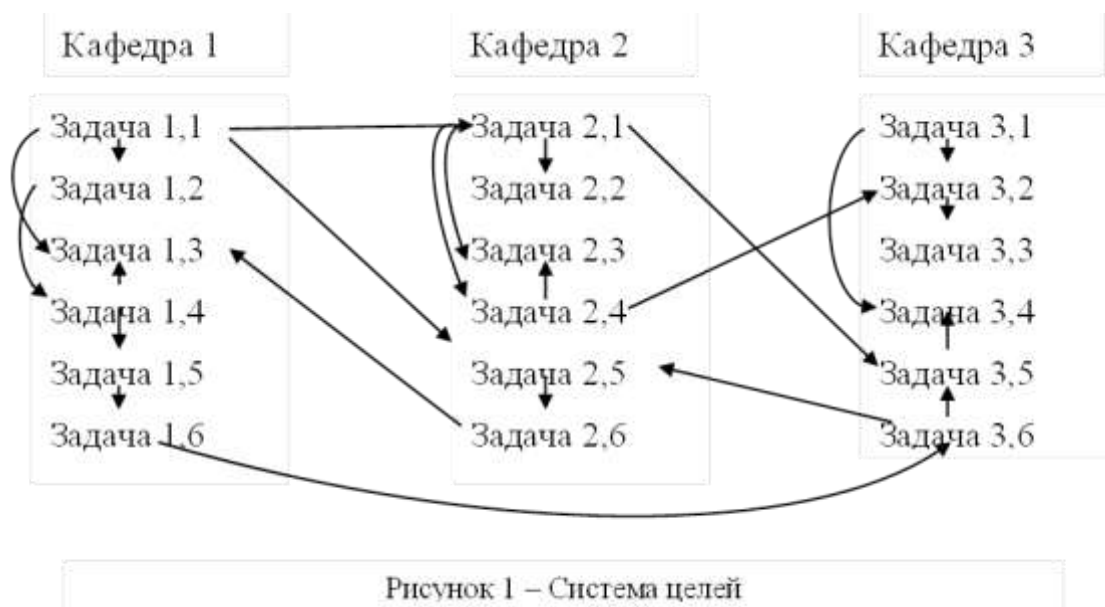


Рисунок 1 – Система целей

Изображенную на Рисунке 1 систему задач можно описать следующей грамматикой $G = \langle I, N, T, R \rangle$, где I – начальный символ, N – нетерминальный алфавит,

$$N = \{A_1, A_2, A_3, A_{11}, A_{12}, A_{14}, A_{15}, A_{16}, A_{21}, A_{23}, A_{24}, A_{25}, A_{31}, A_{32}, A_{33}, A_{34}, A_{35}, A_{36}, 0\},$$

символ “0” служит для указания, что от данной задачи не зависит никакая другая задача;

T – терминальный алфавит, $T = \{\langle \text{Задача 1.1} \rangle, \dots, \langle \text{Задача 3.6} \rangle\}$; в дальнейшем будем использовать обозначение Z_{ij} вместо $\langle \text{Задача } ij \rangle$; R – схема правил вида:

- | | |
|---|--|
| 1. $I = \langle \text{Глобальная цель} \rangle$, | 2. $\langle \text{Глобальная цель} \rangle \rightarrow A_1 A_2 A_3$, |
| 3. $A_1 \rightarrow Z_{11} A_{11}$, | 4. $A_{11} \rightarrow Z_{12} A_{12} Z_{13} 0 Z_{21} A_{21} Z_{25} A_{25}$, |
| 5. $A_{12} \rightarrow Z_{14} A_{14}$, | 6. $A_{14} \rightarrow Z_{13} 0 Z_{15} A_{15}$, |
| 7. $A_{15} \rightarrow Z_{16} A_{16}$, | 8. $A_{16} \rightarrow Z_{36} A_{36}$, |
| 9. $A_{21} \rightarrow Z_{22} 0 Z_{23} 0 Z_{24} A_{24} Z_{35} A_{35}$, | 10. $A_{24} \rightarrow Z_{23} Z_{32} A_{32}$, |
| 11. $A_{25} \rightarrow Z_{26} A_{26}$, | 12. $A_{26} \rightarrow Z_{13} 0$, |
| 13. $A_{36} \rightarrow Z_{25} A_{25} Z_{35} A_{35}$, | 14. $A_{35} \rightarrow Z_{34} 0$, |
| 15. $A_2 \rightarrow Z_{21} A_{21}$, | 16. $A_3 \rightarrow Z_{31} A_{31}$, |
| 17. $A_{31} \rightarrow Z_{32} A_{32} Z_{34}$, | 18. $A_{32} \rightarrow Z_{33} 0$, |
| 19. $A_{34} \rightarrow Z_{34} 0$. | |

Данная грамматика является контекстно-свободной (КС-грамматика).

3. Вывод цепочки для куста зависимостей

Для примера рассмотрим вывод цепочки $\alpha \rightarrow$ (куст зависимостей 1),

(куст зависимостей 2), (куст зависимостей 3).

Имеем:

$I \rightarrow$ (Глобальная цель) $\rightarrow A_1 A_2 A_3$.

Построим вывод для (куст зависимостей 1) .

Имеем следующую последовательность:

$$\begin{aligned}
 A &\stackrel{3}{\Rightarrow} Z_{11} A_{11} \stackrel{4}{\Rightarrow} Z_{11} Z_{12} A_{12} Z_{13} O Z_{21} A_{21} Z_{25} A_{25} \stackrel{5,9}{\Rightarrow} \\
 &\stackrel{5,9}{\Rightarrow} Z_{11} Z_{12} Z_{14} A_{14} Z_{13} O Z_{21} Z_{22} O Z_{23} O Z_{24} A_{24} Z_{35} A_{35} Z_{25} A_{25} \stackrel{6}{\Rightarrow} \\
 &\stackrel{6}{\Rightarrow} Z_{11} Z_{12} Z_{14} Z_{13} O Z_{15} A_{15} Z_{13} O Z_{21} Z_{22} O Z_{23} O Z_{24} A_{24} Z_{35} A_{35} Z_{25} A_{25} \xrightarrow{7,10,14,11} \\
 &\xrightarrow{7,10,14,11} Z_{11} Z_{12} Z_{14} Z_{13} O Z_{15} Z_{16} A_{16} Z_{13} O Z_{21} Z_{22} O Z_{23} O Z_{24} Z_{23} Z_{32} A_{32} Z_{35} Z_{34} O Z_{25} Z_{26} A_{26} \stackrel{8,12}{\Rightarrow} \\
 &\stackrel{8,12}{\Rightarrow} Z_{11} Z_{12} Z_{14} Z_{13} O Z_{15} Z_{16} Z_{36} A_{36} Z_{13} O Z_{21} Z_{22} O Z_{23} Z_{24} Z_{32} A_{32} Z_{35} Z_{34} O Z_{25} Z_{26} A_{26} Z_{13} O \stackrel{13,18}{\Rightarrow} \\
 &\stackrel{13,18}{\Rightarrow} Z_{11} Z_{12} Z_{14} Z_{13} O Z_{15} Z_{16} Z_{36} Z_{25} A_{25} Z_{35} A_{35} Z_{13} O Z_{21} Z_{22} O Z_{23} Z_{24} Z_{32} Z_{33} Z_{35} Z_{34} O Z_{25} Z_{26} Z_{13} O \\
 &\quad \xrightarrow{11,12,14} \\
 &\xrightarrow{11,12,14} Z_{11} Z_{12} Z_{14} Z_{13} O Z_{15} Z_{16} Z_{36} Z_{25} Z_{26} Z_{13} O Z_{35} Z_{34} O Z_{21} Z_{22} O Z_{23} O Z_{24} Z_{32} Z_{33} Z_{35} Z_{34} O Z_{25} Z_{26} Z_{13} O \\
 &\quad = \alpha.
 \end{aligned}$$

Куст зависимостей задач Кафедры 1 содержит 3 вхождения Z_{13} , 2 вхождения Z_{26} , Z_{35} , Z_{25} , Z_{34} , по одному вхождению Z_{11} , Z_{12} , Z_{15} , Z_{21} , Z_{22} , Z_{23} , Z_{24} , Z_{36} , Z_{32} , Z_{33} .

4. Построение куста зависимостей

Цели кафедр представляют собой вершины соответствующего куста. Определим понятие активности задачи через число вхождений в куст α_1 меток вершины, соответствующей данной задаче. Так, активность задачи Z_{13} равна 3. Активность задачи означает активность её участия в выполнении цели кафедры и конечном итоге - глобальной цели. В рассматриваемом примере Z_{13} участвует в решении трёх задач Z_{11} , Z_{14} , Z_{26} .

Отметим, что цепочка α состоит из 11-и сегментов: $\alpha_1 = Z_{11} Z_{12} Z_{13} Z_{14} Z_{13} O$, $\alpha_2 = Z_{36}$, $\alpha_3 = Z_{15} Z_{16}$, $\alpha_4 = Z_{36}$, $\alpha_5 = Z_{25} Z_{26}$, $\alpha_6 = Z_{35} Z_{34} O$, $\alpha_7 = Z_{13} O$, $\alpha_8 = Z_{21} Z_{22} O Z_{24} O Z_{23}$, $\alpha_9 = Z_{32} Z_{33} O Z_{35} Z_{34}$, $\alpha_{10} = Z_{25} Z_{26}$, $\alpha_{11} = Z_{13} O$.

Эти сегменты соответствуют целям трех кафедр, т.е. цепочка α характеризует совместное выполнение задач Кафедры 1, некоторых задач Кафедры 2 и Кафедры 3 (сегменты $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha_7, \alpha_8, \alpha_9, \alpha_{10}$).

Если двигаться слева направо по цепочке α , то можно проследить связь между задачами, зависимость одних от других. Так, задачи $Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}, Z_{14}, Z_{15}, Z_{16}$ тесно связаны друг с другом, т.к. в цепочке α следуют одна за другой. Задача Z_{36} зависит от Z_{16} и является задачей другой кафедры. Эта задача, в свою очередь, связана с Z_{25}, Z_{35} и через них с Z_{26} и Z_{34} . После Z_{34} стоит знак “0”, что говорит об отсутствии зависимости других задач от Z_{34} . Затем идет $Z_{13} \rightarrow Z_{21} \rightarrow Z_{22} \rightarrow Z_{23} \rightarrow Z_{24} \rightarrow Z_{33} \rightarrow 0$, зависящая от Z_{11} . Задачи Z_{32} и Z_{33} зависят от Z_{24} ; Z_{35} и Z_{34} зависят от Z_{21} ; Z_{25} и Z_{26} зависят от Z_{36} ; последнее вхождение $Z_{13} \rightarrow 0$ зависит от A_{26} и опосредованно от Z_{36}

Построим (куст зависимостей 1) (Рисунок 2).

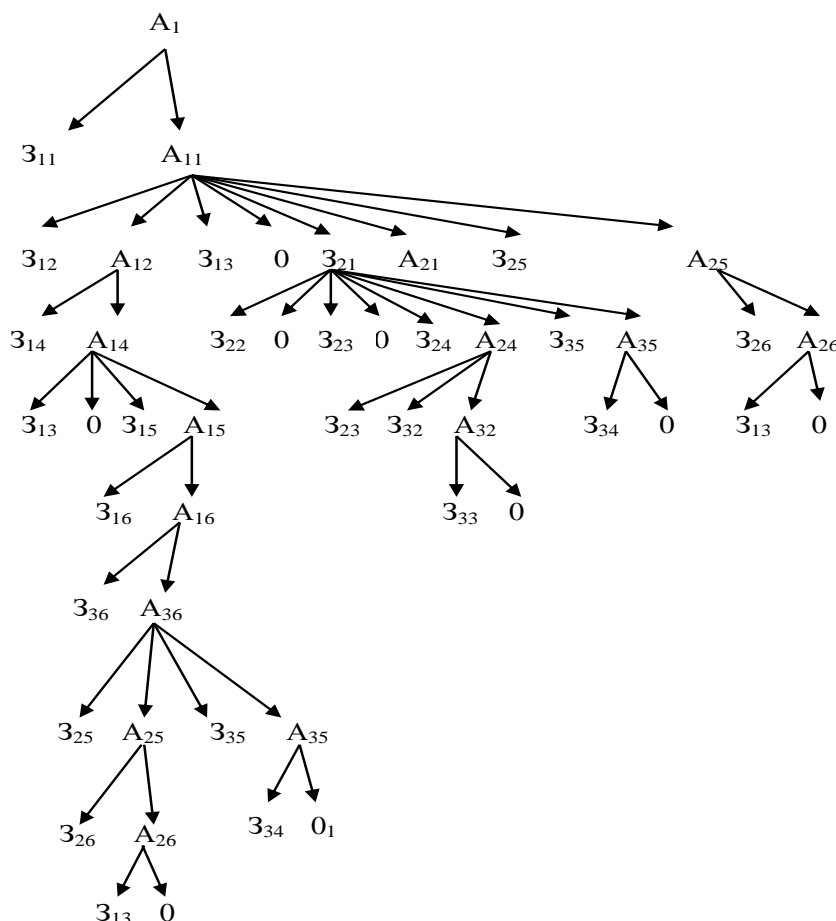


Рисунок.2– Куст зависимостей

Для куста можно ввести понятия k -связности, глубины и ширины. Куст называется k -связным, если каждая его вершина связана с k

другими вершинами. Заметим, что куст на Рисунке 2 не является k -связным.

Можно определить понятие глубина куста. Выделяются три варианта определения глубины куста:

1) **абсолютная** глубина, определяется как сумма длин всех путей куста;

2) **максимальная** глубина – это максимальная длина пути в кусте;

3) **средняя** глубина равна абсолютной глубине, деленной на число путей в кусте.

Для рассмотренного куста абсолютная глубина равна 139, максимальная – 9, средняя – $139/45=3$. Если длины различных путей в кусте сильно различаются, это вредит сбалансированности куста. **Абсолютная ширина куста** – это общее число вершин по всем уровням иерархии. Максимальная ширина – это максимальное количество вершин на каждом уровне, а средняя ширина – абсолютная ширина, деленная на количество уровней.

Для куста на рис. 2 абсолютная ширина равна 49, максимальная ширина – 12, средняя ширина – $49/10=4,9$.

Следующей характеристикой куста является **метрика запутанности**. Чем чаще в кусте используется множественное наследование, тем хуже. Степень запутанности можно определить как среднее количество родительских вершин у данной вершины куста (отношение числа родительских вершин данной вершины к количеству вершин куста). У рассматриваемого куста максимальное значение метрики запутанности составляет $1/50=0,02$. Это небольшое значение показателя.

Сформулированные принципы в основе своей дают оценку качества куста. Как нетрудно видеть, куст на Рисунке 2 удовлетворяет перечисленным принципам, поэтому является качественным.

С кустом зависимостей тесно связана система составляющих [9], которая для рассматриваемого «куста» запишется в виде:

$A_1, Z_{11}A_{11}, Z_{11}Z_{12}A_{12}Z_{13}O_{21}A_{21}Z_{25}, Z_{14}A_{14}, Z_{22}O_{23}O_{24}A_{24}Z_{35}A_{35}, Z_{26}A_{26}, Z_{13}O_{15}A_{15}, Z_{23}Z_{32}A_{32}, Z_{34}, Z_{13}O, Z_{16}A_{16}, Z_{33}O, Z_{36}A_{36}, Z_{25}A_{25}Z_{35}A_{35}, Z_{26}A_{26}, Z_{34}, Z_{13}$.

Одну составляющую образуют тесно связанные друг с другом задачи.

Данную систему можно представить в виде дерева синтаксического подчинения (Рисунок 3).

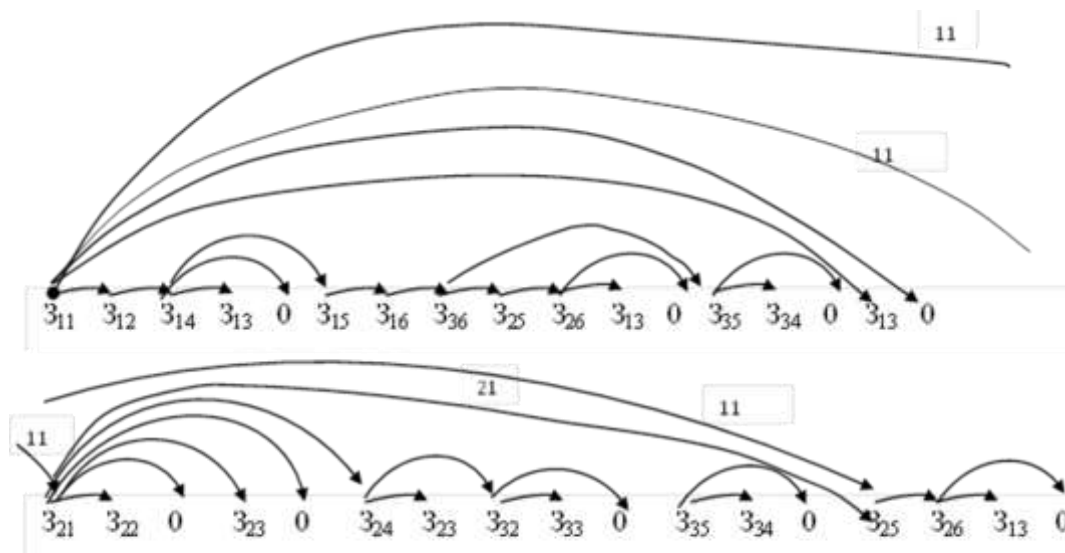


Рисунок 3–Дерево синтаксического подчинения

Отметим, что числа, стоящие сверху над наиболее длинными дугами, указывают номер вершины, из которой направлена дуга. Построенное дерево является проективным [9].

Аналогично рассматриваются два других куста зависимостей. Данные три куста являются моделью согласованности целей рассмотренных кафедр. Подобным способом описывается согласованность целей любых других структурных подразделений.

Если задачи (или цели) рассматриваются в условиях неопределенности или нечеткости, то построенная грамматика преобразуется в стохастическую или нечеткую подобно тому, как это показано, например, в [12].

Заключение. В статье разработан метод построения грамматики для описания целей и задач учебного процесса. Приведен пример вывода цепочки для куста зависимостей. Построено дерево синтаксического подчинения.

Особенности предложенного метода заключаются в следующем:

1) позволяет описывать большое число целей и задач при относительно небольшом числе производных элементов и грамматических правил, поэтому можно компактно описывать основные структурные характеристики множества подразделений;

2) одно и то же грамматическое правило может быть применено многократно, так как формальные грамматики обладают рекурсивными свойствами;

3) построение синтаксического описания позволяет отбросить несущественные детали объекта, которые могли бы привести к усложнению описания и анализа объектов.

Материалы статьи могут найти применение при реализации интеллектуальных систем организации учебного процесса и других сфер социальной (культура, здравоохранение социальное обеспечение, общественное питание, пассажирский транспорт, коммунальное обслуживание) и производственно-экономической областей. Примеры решения таких задач приведены в [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. Глушков В.М. Современные проблемы научного управления. Современные проблемы научного управления. – Киев: Изд-во ИК АН УССР, 1969. – 19 с.
2. Ганичева А.В. Согласование интересов участников учебного процесса // Бизнес. Образование. Право, 2017. – № 4 (41). – С. 350–355.
3. Неудакин В.А. Модель целей образовательного процесса // Вестник Иркутского государственного технического университета, 2012. – № 1 (60). – С. 272–278.
4. Гельманова З.С., Осик Ю.И. Деятельность ВУЗа в контексте качества подготовки специалистов // Международный журнал экспериментального образования, 2016. – № 1. – С. 31–36.
5. Рачков В.С., Копнов В.А. Атрибуты целей образовательной организации // Научный диалог. Сер. Психология. Педагогика, 2014. – № 11 (35). – С. 56–74.
6. Путрич С.В. Формализация стратегии высшего учебного заведения в среде Business Studio // Актуальные проблемы науки XXI века: сб. ст. уч. науч.-практ. семинара молодых ученых, Минск, 17 февраля 2011 г. – Минск, 2011. – С. 97–101.
7. Лукьянова Л.М. Интеллектуальная технология автоматизированного формирования целей систем производственной сферы // Балтийский экономический журнал, 2018. – №1(21). – С. 100–108.
8. Лукьянова Л.М., Федорченко Л.Н. Средства формализации целей Средства формализации целей и проблем сложных систем производственной сферы // Вестник Бурятского гос. университета. Сер. Мат-ка и информатика, 2012. – №. 9. – С. 42–48.

9. Гладкий А.В. Формальные грамматики и языки. – М.: Наука, 1973. – 368 с.
10. Ганичева А.В., Ганичев А.В. Структурный метод распознавания динамических сцен // Мир лингвистики и коммуникации, 2013. – Т. 1. – № 33. – С. 55–62.
11. Ганичева А.В., Ганичев А.В. Структурно-гармонический анализ показателей учебного процесса // Качество. Инновации. Образование, 2014. – № 1 (104). – С. 24–30.
12. Ганичев А.В., Ганичева А.В. Структурное распознавание образов: монография. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2018. – 108 с.

A. V. Ganicheva, A. V. Ganichev
**GRAMMATICAL APPROACH TO THE DESCRIPTION AND
ANALYSIS OF THE GOALS OF THE EDUCATIONAL PROCESS**
*Tver State Agricultural Academy,
Tver state technical University,
Tver, Russia*

The relevance of the study is due to the complexity and importance of the problem of definition and description of goals in the educational process. The importance of solving this problem is determined by the fact that without the correct formulation and coordination of the goals of the educational organization it is impossible to operate any educational institution. Currently implemented in the education system competence approach puts forward new, increased requirements for goal-setting, including the ultimate effectiveness of the goals. To describe the hierarchical structure of the goals it is necessary to formalize them (to build a mathematical model of the goals). Currently, there is no universal method for developing such models. The article describes the method of description and analysis of the educational process using the mathematical apparatus of formal KS-grammars. As an example of application of the developed method the grammar for the description of the purposes of departments within interdisciplinary training is constructed. Shows an example of the grammar chain for the hive dependencies. The tree of syntactic subordination is constructed. The materials of the article are of practical value, as they can be used not only in the educational process and other areas of the social sphere (culture, health, etc.), but also in the systems of industrial and economic sphere

Keywords: purpose, task, formal grammar, bush of dependences, conclusion tree, tree of syntactic submission.

REFERENCES

1. Glushkov V.M. Modern problems of scientific management. Modern problems of scientific management. – Kiev: USSR IK AN publishing house, 1969. – 19 pages.
2. Ganicheva A.V. Coordination of interests of participants of educational process//Business. Education. Right, 2017. – No. 4 (41). – Page 350-355.
3. Neudakin V. A. model is more whole than educational process // Messenger of the Irkutsk state technical university, 2012. – No. 1 (60). – Page 272-278.
4. Gelmanova Z.S., Osik Yu.I. Activity of HIGHER EDUCATION INSTITUTION in the context of quality of training of experts // the International magazine of experimental education, 2016. – No. 1. – Page 31-36.
5. Rachkov V.S., Kopnov V. A. Attributes are more whole than the educational organization//Scientific dialogue. It is gray. Psychology. Pedagogics, 2014. – No. 11 (35). – Page 56-74.
6. Putrich S.V. Formalization of strategy of a higher educational institution in the environment of Business Studio // Current problems of science of the 21st century, Minsk, on February 17, 2011 – Minsk, 2011. – Page 97-101.
7. Lukyanova L.M. The intellectual technology of the automated formation is more whole than the systems of the production sphere//the Baltic economic magazine, 2018. – No. 1(21). – Page 100-108.
8. Lukyanova L.M., Fedorchenko L.N. Means of formalization are more whole than Means of formalization of the purposes and problems of difficult systems of the production sphere // the Messenger the Buryat state. university. It is gray. Mat and informatics, 2012. – No. 9. – Page 42-48.
9. Gladkij A.V. Formal grammars and languages. – M.: Science, 1973. – 368 pages.
10. Ganicheva A.V., Ganichev A.V. Structural method of recognition of dynamic scenes//World of linguistics and communication, 2013. – T. 1. – No. 33. – Page 55-62.
11. Ganicheva A.V., Ganichev A.V. Structural and harmonious analysis of indicators of educational process // Quality. Innovations. Education, 2014. – No. 1 (104). – Page 24-30.
12. Ganichev A.V., Ganicheva A.V. Structural recognition of images: monograph. – Tver: Tver state technical university, 2018. – 108 pages.