

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ СРЕДСТВАМИ ИНТЕРАКТИВНЫХ ГРАФ-СХЕМ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ¹

Грушевский Сергей Павлович,

доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных образовательных технологий, декан факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, e-mail: spg@kubsu.ru

Иванова Ольга Владимировна,

кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных образовательных технологий факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, e-mail: oviva75@mail.ru

В СТАТЬЕ ОПИСЫВАЕТСЯ ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ. АВТОРЫ ПРЕДЛАГАЮТ ЕЁ РЕШИТЬ ЧЕРЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ГРАФ-СХЕМ. ПРЕДСТАВЛЕНЫ: МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ГРАФ-СХЕМ С ОПИСАНИЕМ КАЖДОГО БЛОКА ПОСТРОЕНИЯ, КОНКРЕТНЫЕ ПРИМЕРЫ ИНТЕРАКТИВНЫХ ГРАФ-СХЕМ.

• системность знаний • интерактивные граф-схемы • математика • теория вероятностей

В настоящее время ФГОСы предъявляют как никогда высокие требования к среднему и высшему образованию. Одна из задач преподавателей вузов и учителей — управление самостоятельной деятельностью обучающихся: школьников и студентов [2]. Важным условием правильной организации самостоятельной деятельности обучающихся является выбор рациональных методов и приёмов обучения для качественного овладения обучающимися системой знаний.

Проблемой системности знаний занимались ещё до нашей эры, она выражалась в аристотелевском положении: «Целое — больше суммы его частей». В середине прошлого столетия австрийский биолог Людвиг фон

Берталанфи, первооснователь обобщённой системной концепции, совершенно чётко указал: «Порядок или организация у целого или системы выше, чем у изолированных частей», что отразилось и в сфере образования. Отдельными методическими аспектами формирования системности математических знаний занимались многие учёные: Н.Я. Виленкин, Б.В. Гнеденко, А.Н. Колмогоров, Ю.М. Колягин, Г.И. Саранцев, и др. На наш взгляд, абсолютно точно охарактеризовал проблему формирования системности знаний Б.П. Эрдниев [1]. Пюрвя Мучкаевич писал, что при условии одних и тех же программ и учебников возникают разные «системы знаний с разной устойчивостью к сохранению во времени, с разным уровнем обобщённости и с разными потенциями к саморазвитию (отвлекаясь от способностей учащихся)» [1]. К сожалению, очень часто знания, получаемые как школьниками, так и студентами, могут не обрести системного качества и оставаться неорганизованным набором сведений, вследствие чего память обучающихся переполняется осколками разрозненных знаний. Учёные и методисты утверждают, что качество системности математических знаний (в рамках данной статьи не берём

¹ Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-413-230033/18 «Конструирование интерактивной обучающей среды по математике для общего и высшего образования как основы создания регионального кластера педагогических инноваций».

Берталанфи, первооснователь обобщённой системной концепции, совершенно чётко указал: «Порядок или организация у целого или системы выше,

во внимание способность обучающихся) зависит:

- от порядка расположения изучаемых тем и их представления в учебно-методических пособиях, учебниках;
- от структуры предложенных задач на уроке или на практическом занятии и наличия связей между задачами;
- от плана урока или лекции;
- от логики объяснений педагога, от используемых им приёмов и методов.

Советский математик Александр Яковлевич Хинчин указывает на другую причину отсутствия системности математических знаний, а именно — расплывчатое усвоение понятий [3]. Заметим при этом, что одним из методических приёмов формирования математических понятий, представляющих ядро математических знаний, является акцентирование на содержательно-логических связях знаний. Например, при изучении элементов теории вероятностей, в частности при решении следующей задачи на нахождение вероятностей некоторого события:

Задача. В квадрат со стороной 6 см случайным образом вбрасывается точка. Найдите вероятность того, что эта точка окажется в правой верхней четверти квадрата или не далее чем в 1 см от центра квадрата (рис. 1).

Только в одной такой задаче используются следующие понятия: 1) геометрическая вероятность, 2) совместные события, 3) сложение совместных событий, 4) объединение множеств, 5) площадь квадрата и круга. Определение каждого из представленных здесь понятий обучающиеся знают, но те самые «мостики» перехода от объединения множеств, к сложению совместных событий, а затем к нахождению геометрической вероятности они не замечают; но именно при раскрытии этих «мостиков» и формируется системность знаний. Демонстрацию «мостиков» или, по-другому, представление в виде содержательно-логических связей знаний мы видим в использовании интерактивных граф-схем. Активно пользовался схемами В.Ф. Шаталов, отмечая, что «они значительно упрощают процесс восприятия за счёт компоновки материалов во взаимосвязанные блоки» [8]. В своё время известный этнолог и философ Л.Н. Гумилёв писал, что «схема — это скелет работы, без которого она превращается в медузу...» [9].

Под понятием граф-схемы мы понимаем такие схемно-знаковые модели представления учебной информации, которые представляют собой связанные стрелками или отрезками блоки конкретных понятий [4]. Интерактивные граф-схемы (ИГС) — это электронные образовательные ресурсы (ЭОР) с поэтапным представлением учебной информации в виде граф-схем:

- с гиперссылками на определения понятий, которые обучающийся должен запомнить, и /или примеры и задачи, которые позволяют усвоить указанное понятие;
- с логическими связями между ними в виде стрелок.

Так как ИГС — это ЭОР, то при их построении необходимо соблюдать ряд дидактических принципов: принцип наглядности, принцип целенаправленности, принцип ведущей роли теоретических знаний, принцип творческой роли учителя (преподавателя) в компьютерном обучении, принцип доступности, принцип открытой системы, — которые мы разработали и описали для интерактивных интеллект-карт в статье [5]. На рис. 2 представлена ИГС по разделу «Случайные величины» по теории вероятностей, состоящая из 10 понятий. Стрелками показаны содержательно-логические связи, а каждый прямоугольник, в котором указано понятие, — гиперссылка на определённое понятие, на примеры и задачи с указанным понятием.

На первый взгляд, возможно, покажется, что на рис. 2 достаточно простая схема, но изучение случайных величин в высшей школе без её использования показало, что студенты не видели и не придавали значенный тому, что:

- под величиной понимают свойства объектов, которые допускают сравнение и которым можно поставить в соответствие некоторую количественную характеристику;

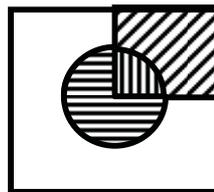


Рис. 1. Операции над событиями в виде диаграмм Эйлера-Венна

- в курсе школьной математики имели дело в основном с переменными величинами, а с постоянными — в основном курсе физики;
- случайная величина — это в первую очередь переменная величина;
- функция распределения случайных величин — это тоже способ задания случайных величин, но любых типов;
- плотность распределения случайных величин — это тоже способ задания случайных величин, но только для непрерывных.

На рис. 3 представлена ИГС с понятиями и их определениями в символическом виде по одному из разделов дискретной математики, что способствует формированию системности математических знаний [7]: исходным понятием является понятие декартова произведения множеств, соответствие — подмножество декартова произведения множеств, бинарные отношения — частный случай соответствия, заданного на одном и том же множестве, отображение и функция — частный случай соответствия при единственном образе или вовсе без него.

Технология построения ИГС (рис. 4) похожа на технологию построения скрайб-презентации [6]: первый блок — сбор математической информации и её структурирование для аудиторного занятия; второй блок — создание граф-схемы: выделение главных понятий структурированной математической информации и связи между ними; третий блок — выбор программного обеспечения для отражения интерактивности граф-схемы; четвёртый блок — описание алгоритма проведения аудиторного занятия с ИГС.

Рассмотрим каждый блок на примере построения ИГС «Классификация событий и действия над ними» (рис. 5) раздела «Случайные события» учебной дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» для будущих социологов.

Блок 1. Структурирование учебной информации. Составляется лекция по заданной теме, обычно в линейной форме записи и иерархической последовательности с определениями понятий и примерами на эти понятия. Примеры необходимо подобрать такие, которые могут вызвать эмоции для активизации работы мозга. Например, после определения понятий невозможного, достоверного и случайного событий можно привести следующие примеры событий, определив, каким оно является: невозможным, достоверным или случайным:

- из 25 студентов в группе двое справляют день рождения: а) 30 января; б) 30 февраля;
- сегодня в Сочи барометр показывает нормальное атмосферное давление, при этом: а) вода в кастрюле закипела при $t = 80^{\circ}\text{C}$; б) когда температура упала до -5°C , вода в луже замёрзла;
- измерены длины сторон треугольника, при этом оказалось, что длина каждой стороны меньше суммы длин двух других сторон.

Блок 2. Создание граф-схемы. В составленной лекции выделяется главная мысль, выписываются ключевые понятия, сопоставляются стрелками логические связи между ними. Например, на рис. 1 ключевыми понятиями являются случайная величина, дискретная и непрерывная величины; на рис. 3 ключевыми понятиями являются

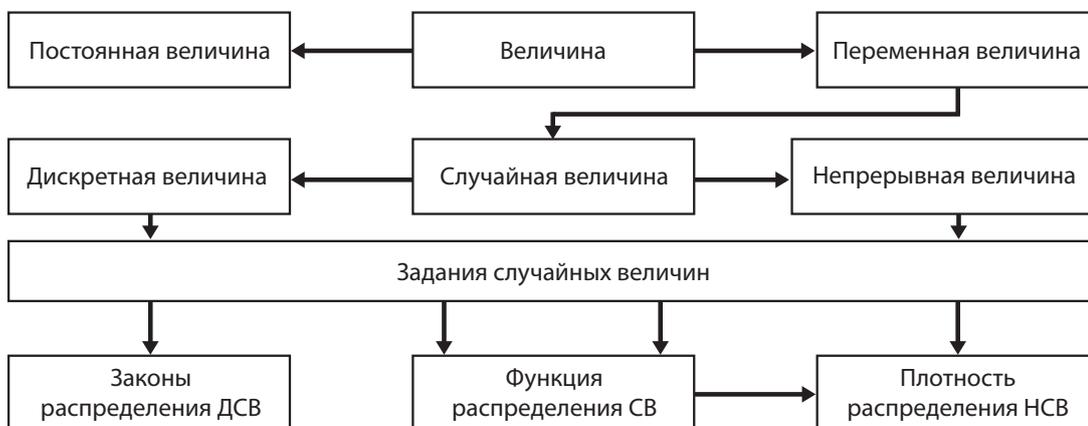


Рис. 2. Граф-схема «Случайные величины»

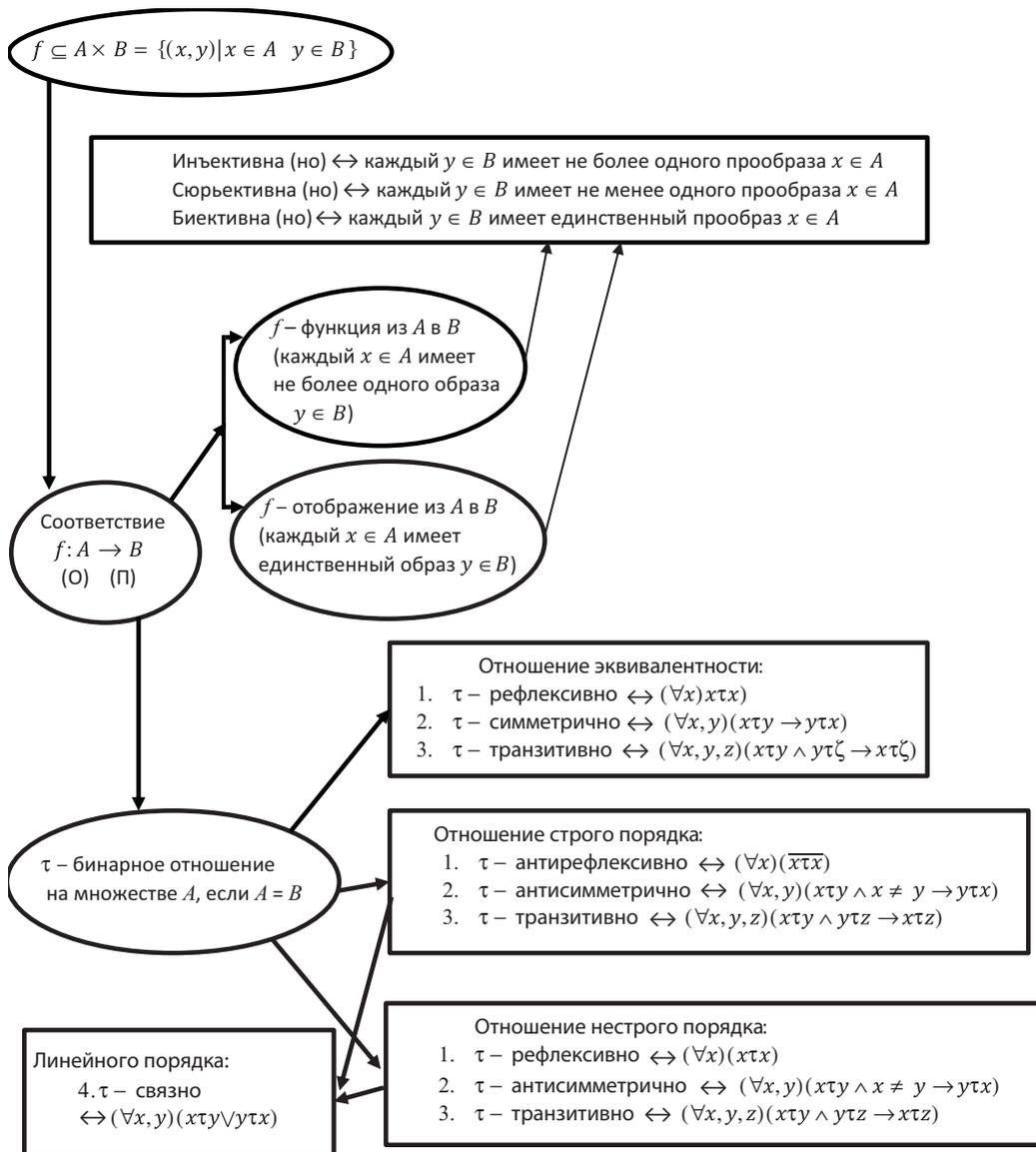


Рис. 3. Граф-схема «Соответствия»

соответствие и бинарное отношение; на рис. 5 ключевыми понятиями являются события и случайные события. Затем для уточнения понятий добавляются ещё понятия, которые завершают основную цель лекции. При создании граф-схемы желательно использовать

цвета, поскольку у каждого цвета разная скорость восприятия [10].

Блок 3. Цифровая оболочка. На этом этапе выбирается программное обеспечение, чтобы придать графе-схеме интерактивность.

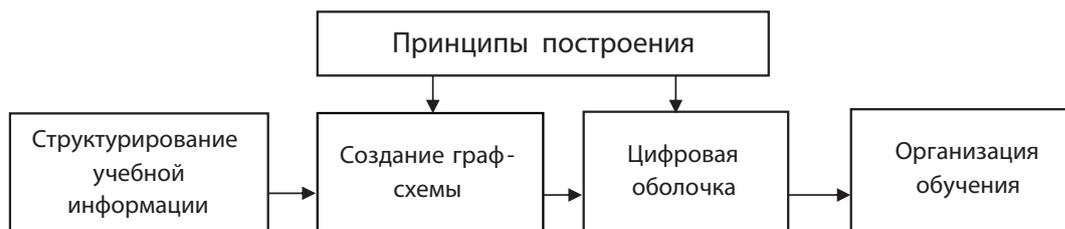


Рис. 4. Модель технологии построения интерактивной граф-схемы

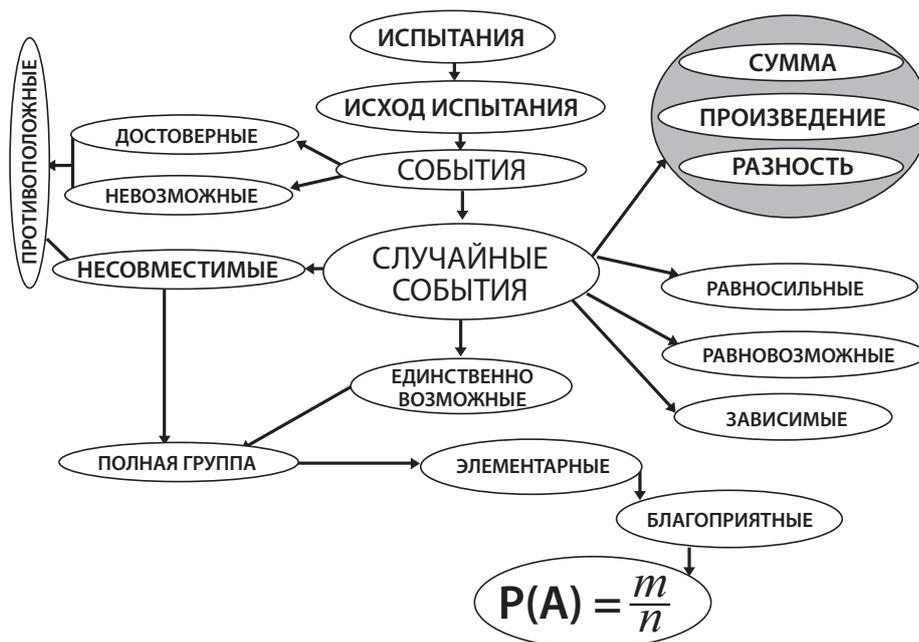


Рис. 5. Классификация событий и действия над ними

Вполне подходит для ИГС MS PowerPoint или SMART Notebook, главное условие — чтобы была возможность создавать гиперссылки и поэтапное отражение граф-схемы. Гиперссылки необходимы для открытия различных ассоциаций, визуальных образов, примеров конкретных понятий, отражённых в граф-схеме. Например, событию «Мою новую соседку по парте зовут или Таня, или Аня» можно продемонстрировать противоположное событие. Это новое событие можно представить в виде двух событий A и B . A : «Мою новую соседку по парте зовут Аня» и B : «Мою новую соседку по парте зовут Таня». Исходное событие $A \vee B$, а противоположное ему событие $A \vee B = \bar{A} \wedge \bar{B}$. Таким образом получим следующее противоположное событие: «Мою новую соседку по парте зовут не Таня и не Аня». В каждом примере желательно отражать такие примеры, в которых имеются различные связи с другими понятиями.

Блок 4. Организация обучения. Лекция с использованием ИГС проводится с помощью интерактивной доски: вначале открывается ключевое понятие, приводятся определение и примеры, затем постепенно открываются остальные понятия, логически связанные с ключевыми. После знакомства со всеми понятиями, когда перед обучающимися откроется вся граф-схема,

разбираются более сложные задания с указанными понятиями. При подведении итогов лекционного занятия вновь необходимо обратиться к ИГС, к гиперссылкам ключевых понятий.

Нами было составлено несколько ИГС для лекционных занятий по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика»: «Классификация событий и действия над ними», «Различные подходы к определению вероятности», «Основные теоремы теории вероятностей», «Повторные независимые испытания», «Случайные величины», «Законы распределения вероятностей дискретных случайных величин», «Функции и плотности распределения вероятностей случайных величин», «Основы измерения и количественного описания данных». Некоторые из них вначале были представлены в учебно-методическом пособии [11], а затем им придавалась цифровая оболочка. Для того чтобы ИГС способствовали формированию системности математических знаний, необходимо:

- 1) использовать ИГС как при объяснении нового учебного материала, так и при его закреплении;
- 2) регулярно направлять обучающихся на чтение самих ИГС в случае возникновения вопросов или ошибок при ответах и при решении задач;

- 3) предлагать обучающимся самостоятельно составлять ИГС в специально подготовленных шаблонах средствами html;
- 4) при подведении итогов занятия пользоваться ИГС;
- 5) в каждом модуле дисциплины иметь такие ИГС. □

Литература

1. *Эрдниев П.М., Эрдниев Б.П.* Укрепление дидактических единиц в обучении математике: книга для учителя / П.М. Эрдниев, Б.П. Эрдниев. — М.: Просвещение, 1986. — 255 с.
2. Закон 273-ФЗ «Об образовании в РФ» 2017 / Глава V / Статья 48. URL: <https://www.assessor.ru/zakon/273-fz-zakon-ob-obrazovanii-2013/48/> (Дата обращения: 04.0818).
3. *Хаджарова И.М.* Комплексный подход к обучению математике в основной школе как фактор формирования системностью знаний учащихся. автореф. дис.... канд. пед. наук. — Саранск, 2015. — 18 с.
4. *Грушевский С.П., Иванова О.В.* Крупномодульные опоры как средство повышения самостоятельности студентов при обучении высшей математике // Историческая и социально-образовательная мысль. Том. 9. — 2017. — № 2. — Часть 2. — С. 217–228.
5. *Иванова О.В.* Интерактивные интеллект-карты как средство обобщения учебной информации // Школьные технологии. — 2018. — № 1. — С. 46–58.
6. *Иванова О.В.* Скрайбинг как средство модульной визуализации при обучении математическим дисциплинам в средней и высшей школе // Школьные технологии. — 2018. — № 4. — С. 72–80.
7. *Грушевский С.П., Иванова О.В., Остапенко А.А.* Модульная визуализация учебной информации в профессиональном образовании: Монография. — М.: НИИ школьных технологий, 2017. — 200 с.
8. *Шаталов В.Ф.* Педагогическая проза. — Архангельск: Сев.Зап.кн.изд-во, 1990. — 383 с.
9. *Гумилёв Л.Н.* Поиски вымышленного царства. — М.: ГРВЛ, 1970. — 432 с.
10. Основные принципы работы интеллект-карт. URL: http://www.cfin.ru/management/controlling/mind_map.shtml.
11. Высшая математика в схемах и таблицах: учеб.-метод. пособие / С.П. Грушевский, О.В. Засядко, О.В. Иванова, О.В. Мороз. — Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2016.

References

1. *Ehrdniev P.M., Ehrdniev B.P.* Ukreplenie didakticheskikh edinic v obuchenii matematike: kniga dlya uchitelya / P.M. Erdniev, B.P. Erdniev. — M.: Prosveshchenie, 1986. — 255 s.
2. Zakon 273-FZ «Ob obrazovanii v RF» 2017 / Glava V / Stat'ya 48. URL: <https://www.assessor.ru/zakon/273-fz-zakon-ob-obrazovanii-2013/48/> (Data obrashcheniya: 04.0818).
3. *Hadzharova I.M.* Kompleksnyj podhod k obucheniyu matematike v osnovnoj shkole kak faktor formirovaniya sistemnost'yu znaniy uchashchih'sya. avtoref. dis.... kand. ped. nauk. — Saransk, 2015. — 18 s.
4. *Grushevskij S.P., Ivanova O.V.* Krupnomodul'nye opory kak sredstvo povysheniya samostoyatel'nosti studentov pri obuchenii vysshej matematike // Istoricheskaya i social'no-obrazovatel'naya mysl'. Tom. 9. — 2017. — № 2. — CHast' 2. — С. 217–228.
5. *Ivanova O.V.* Interaktivnye intellektkarty kak sredstvo obobshcheniya uchebnoj informacii // SHkol'nye tekhnologii. — 2018. — № 1. — S. 46–58.
6. *Ivanova O.V.* Skrajbing kak sredstvo modul'noj vizualizacii pri obuchenii matematicheskim disciplinam v srednej i vysshej shkole // SHkol'nye tekhnologii. — 2018. — № 4. — С. 72–80.
7. *Grushevskij S.P., Ivanova O.V., Ostapenko A.A.* Modul'naya vizualizaciya uchebnoj informacii v professional'nom obrazovanii: Monografiya. — M.: NII shkol'nyh tekhnologij, 2017. — 200 s.
8. *Shatalov V.F.* Pedagogicheskaya proza. — Arhangel'sk: Sev. Zap. kn. izd-vo, 1990. — 383 s.
9. *Gumilyov L.N.* Poiski vymyshlennogo carstva. — M.: GRVL, 1970. — 432 s.
10. Osnovnye principy raboty intellektkart. URL: http://www.cfin.ru/management/controlling/mind_map.shtml.
11. Vysshaya matematika v skhemah i tablicah: ucheb.-metod. posobie / S.P. Grushevskij, O.V. Zasyadko, O.V. Ivanova, O.V. Moroz. — Krasnodar: Kubanskij gos. un-t, 2016.