

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБОСНОВАНИЯ КРИТЕРИАЛЬНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СЕЛЬСКИХ ШКОЛЬНИКОВ**

**Ю.А. Чернова**

*ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»*

*Для оценки эффективности процесса формирования экологической компетентности школьников, в качестве системного и целостного феномена, необходимо учитывать ее критерии характеристика. Однако, чтобы быть более точным в оценке динамики критерий экологической компетентности школьников в учреждении дополнительного образования являются необходимым интегрировать деятельность объединения результатов всех используемых методов.*

*О том, что знак каждого из компонентов любой критерий может быть сделано с помощью различных методов, оценки его динамики количества уровней.*

*Поэтому для получения средней оценки мы используем метод кластерного анализа, полученных экспериментальных данных.*

Для того чтобы оценить эффективность процесса формирования экологической компетентности сельских школьников, как системы и целостного явления, необходимо рассмотреть его критериальную характеристику, в которую входит совокупность критериев (компонентов): мотивационного, содержательно-операционного и оценочно-результативного, которые в ходе исследования объединены в интегративный критерий «экологическая компетентность» школьников.

Мотивационный критерий определяется наличием социально-значимых мотивов отношения личности к окружающей среде, проявлением интереса к вопросам социальной экологии и современным экологическим проблемам, позитивной эмоциональной установкой на природоохранительную деятельность. Ребенок глубоко убежден в универсальной ценности природы, в социальной и личной необходимости охраны окружающей среды, видит в природоохранительной работе личностный смысл и рассматривает ее как свой гражданский долг. У ребенка появляется устойчивый интерес к проблемам окружающей среды, он испытывает потребность в общении с природой и имеет сформировавшиеся ценностные ориентации. В иерархии мотивов охраны окружающей среды ведущая роль принадлежит мотивам духовно-нравственного содержания. Для классификации респондентов по уровням развития мотивации использовались методика А.К. Марковой, которая выделяет шесть уровней: **отрицательный, нейтральный (пассивный), положительный (аморфный, нерасчлененный), положительный (познавательный, осознанный), положительный (активный, инициативный, творче-**

**ский), положительный (личностный, ответственный, действенный)** и модифицированная автором к процессу формирования экологической компетентности сельских школьников в учреждении дополнительного образования, методика выявления ведущего типа мотивации взаимодействия с природными объектами «Альтернатива» В.А. Ясвина и С.Д. Дерябо.

Содержательно-операционный критерий характеризуется глубиной и системностью экологических знаний, сформированностью природоохранительных умений и навыков, соблюдением правил поведения и деятельности в природе, проявлением активности и инициативности в процессе природоохранительной деятельности, соотношением регуляции и саморегуляции поведения и деятельности в природной среде. Ребенок проявляет высокий уровень экологических знаний, приобретает их самостоятельно, использует экологические знания для анализа конкретных экологических проблем и ситуаций, активно выступает против фактов безнравственного отношения к окружающей среде, знает и добровольно выполняет правила поведения и деятельности в природной среде. Для классификации респондентов по уровням сформированности экологических знаний, умений и навыков использовалась методика диагностики субъективного отношения к природе «Натурафил» В.А. Ясвина и С.Д. Дерябо, в которой выделяется три уровня сформированности экологических знаний, умений и навыков.

Оценочно-результативный критерий определяется оценочными суждениями личности о фактах взаимодействия человека и общества с природой, соответствием оценочных и нормативных знаний

оценок норм морали и права, появлением нравственно-экологической направленности в оценке результатов деятельности человека в природной среде. У ребенка ярко проявляется нравственно-правовая направленность в оценке результатов деятельности в природе. Он оценивает данные результаты с точки зрения нравственно-правовых норм оценочных и нормативных знаний, систематически высказывает оценочные суждения по фактам взаимодействия человека и общества с природой, систематически подвергает свою деятельность экологической оценке, самостоятельно контролирует и оценивает свои действия и поступки в природе. Оценка результатов взаимодействия человека и общества с природой вызывает у него соответствующие переживания, что является дополнительным стимулом к работе по охране природы родного края.

Экологическая ответственность как нравственно-экологическое качество проявляется, прежде всего, в адекватном, то есть ответственном отношении личности к природе и «вбирающем» в себя все основные признаки таких категорий, как отзывчивость, бережливость, рачительность, рациональность, но в тоже время существенно отличается от названных качеств более высоким уровнем обобщенности, а также некоторыми содержательными и правовыми аспектами. В целостной структуре личности данное качество выполняет ту важную функцию, которая связана с регулированием сложных и неоднозначных отношений человека с окружающей его социоприродной средой. Для классификации респондентов по уровням отношения к природе использовались методика диагностики субъективного отношения к природе «Натурафил» и вербальная ассоциативная методика «ЭЗОП» В.А. Ясвина и С.Д. Дерябо. Эти три критерия объединены нами в интегративный критерий «экологическая компетентность».

В основу уровневой дифференциации интегративного критерия «экологическая компетентность» мы взяли теорию сформированности учебных действий В.П. Беспалько. Он предлагает четыре уровня: узнавание объектов, процессов при повторном восприятии информации о них или действии с ними (знания-знакомства); репродуктивное действие путем самостоятельного воспроизведения по памяти информации (знания-копии); продуктивное действие на основе самостоятельного применения усвоенных знаний на практике (глубокие, прочные знания); продуктивное действие, выполняемое путем самостоятельного конструирования объективно новой деятельности, в процессе которого добываются объективно новые знания (знания-трансформации).

Однако, чтобы быть более точными в оценке динамики критерия экологическая компетентности школьников в УДО (как, впрочем, и других критериев), необходимы какие-то интегративные действия, объединяющие результаты всех используемых методик. Действительно, для классификации респондентов по уровням развития мотивации использованная

А.К. Марковой предлагает оценивать развитие по 6 уровням, в основу уровневой дифференциации интегративного критерия «экологическая компетентность» мы взяли теорию сформированности учебных действий В.П. Беспалько, в которой заложено 4 уровня и т. д. То есть оценка каждого из компонентов какого-либо критерия может производиться разными методиками, оценивающими его динамику разным количеством уровней. К тому же индивид может находиться на разных уровнях разных компонентов данного критерия. Поэтому для получения усредненной оценки мы используем метод кластерного анализа полученных экспериментальных данных.

Кластерный анализ – это совокупность методов, позволяющих классифицировать многомерные наблюдения, каждое из которых описывается набором исходных переменных  $X_1, X_2, \dots, X_m$ . Целью кластерного анализа является образование групп схожих между собой объектов, которые принято называть кластерами. Методы кластерного анализа позволяют решать следующие задачи: проведение классификации объектов с учетом признаков, отражающих сущность, природу объектов. Решение такой задачи, как правило, приводит к углублению знаний о совокупности классифицируемых объектов; проверка выдвигаемых предположений о наличии некоторой структуры в изучаемой совокупности объектов, т.е. поиск существующей структуры; построение новых классификаций для слабоизученных явлений, когда необходимо установить наличие связей внутри совокупности и попытаться привести в нее структуру.

Вычислительная задача кластерного анализа заключается в том, чтобы на основании данных, содержащихся во множестве  $X$ , разбить множество объектов  $G$  на  $m$  ( $m$  – целое) кластеров (подмножеств)  $Q_1, Q_2, \dots, Q_m$ , так, чтобы каждый объект  $G_j$  принадлежал одному и только одному подмножеству разбиения и чтобы объекты, принадлежащие одному и тому же кластеру, были сходными, в то время, как объекты, принадлежащие разным кластерам, были разнородными.

Решением задачи кластерного анализа являются разбиения, удовлетворяющие некоторому критерию оптимальности. Этот критерий может представлять собой некоторый функционал, выражающий уровни желательности различных разбиений и группировок, который называют целевой функцией. Например, в качестве целевой функции может быть взята внутригрупповая сумма квадратов отклонения:

$$W = \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2 = \sum_{j=1}^n x_j^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_{j=1}^n x_j \right)^2$$

где  $x_j$  - представляет собой измерения  $j$ -го объекта.

Для решения задачи кластерного анализа необходимо определить понятие сходства и разнородности. Понятно то, что объекты  $i$ -ый и  $j$ -ый попадали бы в один кластер, когда расстояние (отдаленность) между точками  $X_i$  и  $X_j$  было бы достаточно малень-

ким и попадали бы в разные кластеры, когда это расстояние было бы достаточно большим. Таким образом, попадание в один или разные кластеры объектов определяется понятием расстояния между  $X_i$  и  $X_j$  из  $E_p$ , где  $E_p$  –  $p$ -мерное евклидово пространство. Неотрицательная функция  $d(X_i, X_j)$  называется функцией расстояния (метрикой), если:

- а)  $d(X_i, X_j) \geq 0$ , для всех  $X_i$  и  $X_j$  из  $E_p$
- б)  $d(X_i, X_j) = 0$ , тогда и только тогда, когда  $X_i = X_j$
- в)  $d(X_i, X_j) = d(X_j, X_i)$
- г)  $d(X_i, X_j) \leq d(X_i, X_k) + d(X_k, X_j)$ , где  $X_i$  и  $X_k$  – любые три вектора из  $E_p$ .

Значение  $d(X_i, X_j)$  для  $X_i$  и  $X_j$  называется расстоянием между  $X_i$  и  $X_j$  и эквивалентно расстоянию между  $G_i$  и  $G_j$  соответственно выбранным характеристикам  $(F_1, F_2, F_3, \dots, F_p)$ .

Наиболее часто употребляется функция Евклидова расстояния:

$$d_2(X_i, X_j) = \left[ \sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2 \right]^{1/2}$$

Пусть  $n$  измерений  $X_1, X_2, \dots, X_n$  представлены в виде матрицы данных размером  $p \times n$ :

$$x = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{p1} & x_{p2} & \dots & x_{pn} \end{pmatrix} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$$

Тогда расстояние между парами векторов  $d(X_i, X_j)$  могут быть представлены в виде симметричной матрицы расстояний:

$$D = \begin{pmatrix} 0 & d_2 & \dots & d_{1n} \\ d_2 & 0 & \dots & d_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & 0 \end{pmatrix}$$

Понятием, противоположным расстоянию, является понятие сходства между объектами  $G_i$  и  $G_j$ . Неотрицательная вещественная функция  $S(X_i; X_j) = S_{ij}$  называется мерой сходства, если:

- 1)  $0 \leq S(X_i, X_j) < 1$  для  $X_i \neq X_j$
- 2)  $S(X_i, X_i) = 1$
- 3)  $S(X_i, X_j) = S(X_j, X_i)$

Пары значений мер сходства можно объединить в матрицу сходства:

$$S_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & s_2 & \dots & s_{1n} \\ s_2 & 1 & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Величину  $S_{ij}$  называют коэффициентом сходства.

Сегодня существует достаточно много методов кластерного анализа. Наиболее распространенным является метод полных связей. Суть данного метода состоит в том, что два объекта, принадлежащих одной и той же группе или кластеру, имеют коэф-

фициент сходства меньший некоторого порогового значения  $S$ . В терминах евклидова расстояния  $d$  это означает, что расстояние между двумя точками (объектами) кластера не должно превышать некоторого порогового значения  $h$ . Таким образом,  $h$  определяет максимально допустимый диаметр подмножества, образующего кластер.

Для получения объективных данных в кластерном анализе чрезвычайно важно, чтобы шкалы всех измерений объектов были нормированы на одну величину, например, измерения всех показателей попадали в диапазон от 0 до 10 баллов. С этой целью были введены коэффициенты размерности для каждого из показателей. Коэффициент каждого показателя ( $K_i$ ) рассчитывался путем деления 10 на максимальный балл. Приведенный балл рассчитывался по формуле:  $P_i = K_i * V_i$ .

Данные вычисления проводились в исследовании для каждого респондента, в результате получилась матрица размерностью  $90 \times 3$ , поскольку число показателей 3, а количество учащихся – 90 человек. После проведения кластерного анализа по описанной выше методике оказалось, что данные можно разбить на 3 кластера с 95% уровнем достоверности. Причем практически не оказалось респондентов, имеющих одновременно низкое значение по какому-либо показателю и высокое значение по другому показателю.

Анализ полученных данных позволяет ввести три уровня интегративного критерия «экологическая компетентность», показатели которого лежат в диапазоне от 0 до 10 и вычисляется по формуле:

$$P_{дк} = \sum P_i / 3 = \sum K_i * V_i / 3, \text{ где } i = 1, 2 \text{ и } 3.$$

Соответственно уровни интегративного критерия «экологическая компетентность» находятся в следующих диапазонах значений: от 0 до 3,3 – низкий; от 3,3 до 6,6 – средний; от 6,6 до 10 – высокий.

Исходя из характеристики данных по кластерам и диапазона значений мы предлагаем выделить следующие уровни сформированности интегративного критерия «экологическая компетентность»: информационно-репродуктивный, продуктивно-исполнительский, креативный, которые соответствуют этапам (ступеням) дополнительного экологического образования.

На информационно-репродуктивном уровне обучаемый отличается способностью узнавать, опознавать, различать, распознавать объекты живой и неживой природы в ряду других подобных объектов. Усвоение экологических знаний на уровне знакомства и репродукции ограничено наиболее общими представлениями об объекте окружающей природы, а мышление – альтернативными суждениями (типа «да – нет», «или – или»). На этом уровне овладение основными экологическими понятиями происходит таким образом, что оно дает ребенку возможность осуществлять словесное описание действия с объектом изучения, анализировать различные действия. Происходит развитие экологических представлений в количественном и качественном отношении (суждения, понятия, знания, умения, навыки).

Потребляет готовые экологические знания, которые передает ему педагог, осваивает опыт экологической деятельности по образцам. Уровень коммуникаций педагога и учащегося в образовательном процессе в основном репродуктивный («делай как я»). Цель педагога – увлечь ребенка, закрепить и развить у него мотивацию к заинтересовавшей его деятельности. **В ходе экологической деятельности учащиеся приобретают первоначальный опыт поведения в окружающей социоприродной среде, знакомятся с основами личной гигиены и здорового образа жизни, получают первоначальные представления о взаимоотношениях человека с окружающей средой.**

**Продуктивно-исполнительский уровень** заключается в развитии **самостоятельности** ребенка - имеет ярко выраженное познавательно - исследовательское направление. Школьник старается сам увеличить объем знаний, становится исследователем. Уровень коммуникаций педагога и обучающегося в образовательном процессе – продуктивный («делай сам»). Интерес к знаниям становится все более личностным. Задача педагога - закрепить мотивацию содержательную, внутреннюю; обучающийся стремится к реальному результату личной деятельности. Обучающийся все чаще занимает инициативную (субъективную) позицию в ходе учебного процесса, педагог находится в позиции партнера-помощника. На этом уровне **обеспечивается освоение школьниками экологических и интегративных программ, формирование экологического мышления, склонностей, интересов к экологической деятельности. Продолжается развитие общекультурных и общечеловеческих ценностей.**

Креативный уровень характеризуется ярко выраженным познавательно-исследовательским направлением в развитии ребенка. Интерес ребенка становится творческим, возникает потребность сделать свое, причем интерес уже не угасает. Уровень коммуникации педагога и учащегося в образовательном процессе – **креативный**, происходит выражение собственно «Я» обучающегося в процессе сотворчества его и педагога. Данный уровень **является завершающим этапом экологической подготовки в УДО, обеспечивающим освоение обучающимися программ экологической направленности данной ступени образования. Важнейшими задачами дополнительного экологического образования на этом уровне являются: сформированность экологической ответственности, вооружение глубокими экологическими знаниями и привитие навыков осознанной экологической культуры.**

Таким образом экологическое образование представляет собой процесс перевода детей с более низкого (информационно-репродуктивного) уровня экологических знаний на более высокий (креативный) уровень, чему служат наглядным подтверждением результаты исследования и убедительно демонстрируют наибольшую эффективность процесса формирования экологической компетентности сельских школьников в учреждении дополнительного образования. Так как, именно в УДО, в условиях неформального образовательного процесса, построенного с учетом склонностей и способностей личности, успешнее, чем в школе, осуществляется личностно ориентированный процесс формирования экологической компетентности сельских школьников.

#### **Библиографический список:**

1. Шаронова Ю.А. «Педагогические условия формирования экологической компетентности сельских школьников в системе дополнительного образования»/ Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Ульяновск, 2006.
2. Шаронова Ю.А. «Педагогические условия формирования экологической культуры сельских школьников в учреждении дополнительного образования детей»/ монография / Ю. А. Шаронова ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Акад. пед. и социальных наук, ФГОУ ВПО «Ульяновская гос. с.-х. акад.». Ульяновск, 2006.

## **MATHEMATICAL METHODS OF STUDY CRITERIAL CHARACTERISTICS OF THE PROCESS OF ENVIRONMENTAL COMPETENCE IN RURAL SCHOOLS**

**Y. A. Chernova**

*To estimate an efficiency of process of formation of ecological competence of schoolboys, as a system and the complete phenomenon, it's necessary to consider its criteria characteristic. However to be more exact in an estimation of dynamics of criterion of ecological competence of schoolboys in an establishment of additional formation are necessary the integrate actions uniting results of all used techniques.*

*That the mark of each components of any criterion can be made by of the different techniques, estimating its dynamics quantity of levels.*

*Therefore for reception of an average estimation we use a method of cluster-analysis, of the received experimental data.*