

УДК 004.9

Е.Д. ПАТАРАКИН, к.пед.н., доц., НГПУ им.К.Минина,
С.Б.ШУСТОВ, к.хим.н., доц., Медиалаборатория НГПУ им.К.Минина,
sergeyshu@gmail.com

ЦИФРОВАЯ ЭКОЛОГИЯ: ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

E.Patarakin, S.Shustov

DIGITAL ECOLOGY: SOCIAL NETWORKS AND INFORMATIONAL ECOSYSTEMS

В работе обсуждается плодотворность использования понятия экосистемы применительно к таким областям, как общество, технология, культура, образование. Показано, что использование в педагогической практике экосистемных моделей, основанных на информационных технологиях, позволяет выстроить совместную сетевую деятельность субъектов образования.

Ключевые слова: организация совместной сетевой деятельности, цифровые экосистемы, сетевое обучение, педагогический дизайн, образовательная среда, сообщество знаний, цифровая экосистема, эволюция, совместная деятельность.

The paper discusses the term ecosystem in relation to areas such as society, technology, culture and education. The use of ecosystem models based on information technology in pedagogical practices, allows to build a collaborative network activities.

Keywords: networked learning, collaboration, digital ecology, learning design, learning environment, collaboration, community of practice, digital ecosystem, evolution

Введение

Термином «цифровая экология» (Digital ecology) достаточно активно пользуются сейчас многие исследователи в различных областях знаний и сферах практики. Однако смысловое наполнение этого термина весьма разнообразно, что, с одной стороны, показывает его неустоявшийся статус, а с другой – отражает вполне обоснованные попытки провести аналогии между процессами, происходящими в обществе и техносфере с процессами, свойственными живой природе. В данной статье будут рассмотрены смысловые контексты, связанные с «экологизацией» техногенного и технологического сознания. Почему вдруг информационный мир заговорил о законах экологии как близких по духу? Что дает современному образованию и науке понимание тождественности явлений технолого-информационного характера и природно-экологических? Почему, наконец, понятие «экосистема» стало столь популярным в самых, казалось бы, далеких от естественной природы областях человеческой деятельности?

Одна из концептуальных установок, касающихся понятия «цифровая экология», исходит из идеи, что современные медиа-средства (на основе цифровых устройств и мобильных технологий) во многом меняют характер экологии – и как науки, и как сферы образования [1,2]. Согласно этим представлениям, цифровая экология – область экологической науки и экологического образования, в основании которых лежат мобильные технологии и сервисы, а также цифровые устройства, с помощью которых эти технологии могут быть реализованы. В лице последних и экология как наука, и экологическое образование имеют широкий спектр принципиально нового инструментария, который, в свою очередь, позволяет им выйти на новые уровни и рубежи. Подобный достаточно прагматический подход отражает новую реальность, возникшую в информационную эпоху и являющуюся следствием бурного развития, прежде всего, техносферы человечества.

Второе определение имеет в виду технолого-информационный аспект и слово «экология» вводит в это определение для того, чтобы подчеркнуть аналогичность строения и функционирования современной информосферы общества таковым природной экосистемы. Так, Конрад Беккер дает следующую трактовку этому термину: «цифровая экология имеет дело с информационными системами, которые сформированы потоками информации, транслируемыми с помощью разнообразных медиа. Информация широко оцифровывается и становится ресурсом, который можно использовать, производить и трансформировать так же, как материальные ресурсы. Ключевая экологическая идея касается сохранения и увеличения пользовательской стоимости информации для публики в широком смысле, и некоммерческих свойств информации, в противоположность обменной стоимости» [3]. Беккер считает, что цифровая экология как новый инструмент в общественных взаимоотношениях, должна быть занята поиском способов сохранять и повышать культурное разнообразие и качество жизни в информационной экосистеме. В рамках этого подхода информация предстает главным и определяющим ресурсом в современных технологизированных средах общества и становится одним из главных и решающих факторов «жизни» для единственного вида – Homo sapiens. В фундаментальной работе Мануэля Кастельса неоднократно подчеркивается аналогичность процессов, протекающих в насыщенных информационными и коммуникационными технологиями средах общества процессам, идущим в естественных экосистемах [4].

Метафора экосистемы

Понятие «экосистема» должно рассматриваться в смысловом отношении гораздо шире, чем просто метафора, поскольку этот термин имеет парадигмальную коннотацию и описывает видовое разнообразие как естественных (природных), так и сформированных людьми систем [5]. Понятие экосистемы может использоваться не только для прямого обозначения и описания ситуации, но и в качестве продуктивной модели или метафоры [6]. Основываясь на знании и опыте, полученных в процессе изучения биологических экосистем, исследователи пытаются перенести принципы, объединения, формы поведения и взаимосвязи, успешно применявшиеся для описания и моделирования отношений внутри биологических систем, для описания и моделирования взаимодействия людей с техническими артефактами и с информационными потоками. Основываясь на знании и опыте, полученных в процессе изучения биологических экосистем, исследователи пытаются перенести принципы, объединения, формы поведения и взаимосвязи, успешно применявшиеся для описания и моделирования отношений внутри биологических систем, для описания и моделирования взаимодействия людей с техническими артефактами и с информационными потоками.

Метафора сети используется в точных и гуманитарных науках давно и продуктивно. Мы можем встретить ее в эволюционной философии А.Бергсона и в трудах его современников и последователей – В.И.Вернадского, Т.Шардена, А.А.Богданова [7–11]. Изучая живые и социальные системы, современные ученые – биологи, психологи и социологи – уже не заостряют внимание на статичной структуре их внутренней анатомии. Во второй половине XX века ученых привлекало многообразие процессов, с помощью которых организм адаптируется к постоянно изменяющейся внешней среде. Множество идей и методов, объединенных в области «теории сложных систем», привели к пониманию того, что организмы и группы – это самоорганизующиеся, адаптивные системы. Наиболее значителен вклад таких авторов как Н. Винер [12], И. Пригожин [13,14], В.Ф. Турчин [15], М. Минский [16], Ф.Хейлиген [17], Ж. Росне, У. Матурана, Ф. Варела [18,19].

Воздействие кибернетики и информатики на все области человеческих знаний приводит к тому, что в среде гуманитарных наук человеческая культура все чаще понимается как экологическая система. **Семиосфера** – определение, предложенное Лотманом для пространства любых идей, существующего во всем многообразии языков. Это определение позволяет представить среду культуры как экологическую сеть, в которой происходит эволюция идей. Лотман писал, что культура – не склад информации, а чрезвычайно сложно

организованный механизм, который хранит информацию, постоянно вырабатывая для этого наиболее выгодные и компактные способы, получает, зашифровывает и дешифрует сообщения, переводит их из одной системы знаков в другую [20].

Ричард Докинз предложил биологический способ рассмотрения того, как происходит передача ненаследственной культурной информации [21]. Для Докинза передача культурного наследия аналогична генетической передаче: будучи в своей основе консервативной, она может породить некую форму эволюции. Для обозначения элемента культурного наследия Докинз использует понятие «мим». Хотя Докинз не указывает на это специально, представляется очевидным, что мим должен существовать в форме допускающей его наблюдение, описание, обсуждение и критику. С точки зрения освоения мима и обучения новым мимам необходимо, чтобы мы могли представлять их как отдельные объекты, с которыми можно экспериментировать и которые наделены определенными физическими свойствами – могут перемещаться, передаваться, конкурировать друг с другом. Точно так же, как гены распространяются в генофонде, переходя из одного тела в другое с помощью сперматозоидов или яйцеклеток, мимы распространяются в том же смысле, переходя из одного мозга в другой с помощью процесса, который в широком смысле можно назвать имитацией. Примерами мимов служат мелодии, идеи, модные словечки и выражения, способы варки похлебки или сооружения арок. В предложенной Докинзом модели мимифонд культуры поддерживается за счет совместной деятельности множества агентов, которые обмениваются единицами культурной информации. При этом активное начало с позиции Докинза принадлежит именно мимам, которые выполняют простые действия:

- Конкурируют между собой и стараются вытеснить друг друга.
- Связываются и образуют коадаптированные комплексы.

В теории Докинза заложена возможность думать о мыслительных конструкциях как об объектах и агентах, у которых есть свои стратегии поведения и которые могут взаимодействовать друг с другом так, как будто они реальные живые существа. Мимы могут рассматриваться как агенты разума, которые сформированы научением и подражанием. Эта метафора позволяет видеть развитие человеческой мысли как процесс естественного отбора, под давлением которого отдельные мимы – гипотезы и теории – выживают или отбрасываются. В сознании каждого человека мимы как результат взаимодействия с сообществом других его мыслительных агентов получают свое уникальное значение. Однако множество мимов или мыслительных агентов сопоставимы и сходны между собой, поскольку они являются результатом существования в среде общей культуры и сходны по своему историческому происхождению. Сходство и родство этих агентов позволяет людям обмениваться идеями и понимать друг друга. Пространство, в котором осуществляется обмен всевозможными мимами, в значительной мере совпадает с пространством семиосферы, о котором писал Юрий Лотман.

Биологическая теория познания, которую предложили Умберто Матурана и Франсиско Варела, также основывалась на кибернетическом и информационном подходе [18,19]. В центре этой теории находится живой организм как аутопоэзная сетевая система. Аутопоэзная система состоит из сети компонентов или подсистем, связанных друг с другом через входы и выходы, они постоянно воспроизводят собственную организацию. Сеть замкнута, поскольку пути, соединяющие компоненты, находятся внутри системы, но она связана с окружающей средой. Данные из окружающей среды требуются только для того, чтобы предупредить систему о необходимости изменения ее функционирования. Живой организм сам конструирует прогностические модели действительности, сам подтверждает или опровергает эти модели на основании получаемых из внешней среды данных. Живой организм всегда является активным агентом, совершающим действия, направленные на увеличение собственного знания. Активное извлечение информации, постоянное научение является необходимым для выживания организма.

Марвин Минский рассматривает сознание как сообщество множества агентов, ведущих между собой постоянные переговоры [16]. Человек может строить теории и испытывать их. Огромное количество теорий и предположений будет ошибочным, но это не повлечет устранения самого человека. Как всегда в методе проб и ошибок, только какая-то небольшая часть произвольных ассоциаций оказывается полезной и закрепляется, но это такие ассоциации, которые не могли бы возникнуть непосредственно под влиянием внешней среды. Они-то и обеспечивают разумному существу такие формы поведения, которые недоступны животному. Выявленные нами ошибки порождают новый уровень понимания и новые проблемы.

В концепциях семиосферы и ноосферы изначально ничего не говорилось об инфраструктуре сети, о том, как отдельные мимы передаются между мыслящими агентами. Именно в рамках кибернетики и информатики впервые была сформулирована техническая модель возможной информационной структуры, которая бы поддерживала коллективную мыслительную деятельность. Такой информационной инфраструктурой стал гипертекст. Прообраз гипертекстового устройства – система Метех, которую Ваннавер Буш [22] описал в статье «Как бы могли мыслить», по своей сути, представляла экологическую систему для обмена «мимами» – теми элементарными единицами культурной эволюции, о которых писал Ричард Докинз. Гипертекстом называют любой текст, отдельные фрагменты, записи или страницы которого обнаруживают какие-либо ссылки на другие записи. Используя терминологию Докинза, можно сказать, что гипертекст – это комплекс связанных между собой мимов. Мысль, утверждение, гипотеза в мире гипертекста – это вещи, которые можно перекладывать с места на место из одного раздела памяти в другие, которые можно удалять и которые можно группировать различным образом. Результаты наших манипуляций с мыслями и мыслительными агентами можно наблюдать на экране компьютера. Мы можем наблюдать и память в вещах, и память как процесс на экране монитора. Мимы, которые в работах Докинза и других исследователей были исследовательскими объектами, доступными для понимания ограниченному кругу специалистов, с развитием вычислительных средств перемещаются в область представлений, где они оказываются доступны для экспериментирования и изучения и со стороны не специалистов. Компьютерные науки позволяют нам играть со своими личными и общественными представлениями, со своими вербализованными программами поведения так, как будто они являются физическими вещами. На экране компьютера мы можем получить представление о том, как взаимодействуют между собой мыслительные агенты личного и общественного сознания. Например, мы можем использовать модель, имитирующую процесс, в котором мимы как агенты будут бороться друг с другом за пространство человеческого или компьютерного мозга.

Кевин Келли перенес экологические конструкции в технологическую среду и писал о том, что сфера технологий, так же как и сфера живых существ, представляет собой экологическую систему, внутри которой происходит постоянная конкуренция и эволюция технологий [23]. Сходную позицию отстаивал Станислав Лем в книге «Сумма Технологии» [24].

В области знаний активно разрабатывались модели, в которых знания и информация взаимодействовали и эволюционировали внутри информационной или знаниевой экосистемы [25–28]. В отечественной науке этот подход связан с работами В.А.Извозчикова и В.Л.Макарова [29–32].

Развитие цифровых технологий привело к появлению зонтичного понятия «цифровая экосистема», под которой понимают цифровые артефакты и инфраструктуру передачи данных, их хранения и обработки, пользователей систем, включая социальные, экономические, политические, психологические и иные факторы, влияющие на осуществление взаимодействий [33,34]. Отдельное развитие получили работы, связанные с рассмотрением экологических систем, в которых роль активных конкурирующих агентов играли бизнес-организации [35,36]. Жерар Бриско в своих работах на основе отличительных

особенностей, свойственных биологической экосистеме, сформулировал отличительные характеристики обобщенной экосистемы, а затем попытался применить свойства, поведения и структуры из обобщенной карты экосистемы в таких областях, как общество, знание, бизнес и компьютерные технологии [37–40]. В обобщенной экосистеме активным действующим лицом выступает агент любой природы. Географический ландшафт в обобщенной экосистеме представлен сетью, которая объединяет всех участников экосистемы. Бриско стремился выделить и представить в виде карт знаний как можно больше число возможных экосистем и их комбинаций, что привело к излишней детализации. Однако сам подход представляется интересным и продуктивным. Приложение концепции экосистемы в различных областях знаний и практик собраны в следующей (таблица 1)

Таблица 1 – Концепция экосистемы в различных областях знаний

Экосистема	Составные части, особенности
Обобщенная экосистема	Обобщенная экосистема представляет собой сеть, которая связывает объекты и агенты различной природы, взаимодействие и взаимное использование которых осуществляется на базе инфраструктуры различной топологии. Между агентами происходит постоянная внутривидовая и межвидовая конкуренция, которая является движущей силой отбора наиболее приспособленных агентов. Отбор служит основой эволюционных процессов, происходящих с различными видами агентов внутри экосистемы
Биологическая экосистема	Биологическая экосистема представляет собой сеть отношений, существующих между живыми организмами различных видов, проживающих в условиях общего географического ландшафта и использующих общие биотические и абиотические ресурсы. Организмы включены в эволюционный процесс, основанный на отборе наиболее приспособленных организмов
Цифровая экосистема	Цифровая экосистема описывает ситуацию в мире компьютерных программ, где на базе компьютерной сетевой инфраструктуры происходит взаимодействие и взаимное использование программных агентов. Между программными агентами происходит постоянная внутривидовая и межвидовая конкуренция, которая является движущей силой отбора наиболее приспособленных агентов. Этот отбор служит движущей силой эволюции компьютерных программ
Социальная экосистема	Общество как экосистема представляет собой сеть отношений, которые связывают между собой личности, принадлежащие к различным группам и классам, связанным между собой социальными связями и находящимся в процессе постоянного приспособления и культурной коэволюции к изменяющимся условиям
Производственная экосистема	Экономическая экосистема описывает ситуацию в рыночной экономике, где существует сеть предприятий, взаимодействие и взаимное использование которых осуществляется на базе рыночной инфраструктуры различной. Между предприятиями происходит постоянная внутривидовая и межвидовая конкуренция, которая является движущей силой отбора наиболее приспособленных бизнес-организаций
Экосистема знаний	Экосистема знаний представляет собой сеть, в которой отдельные идеи или мемы взаимодействуют между собой на гибридном ландшафте цифровой или человеческой памяти. Между мемами

происходит постоянная конкуренция, которая приводит к отбору наиболее приспособленных и воспринимаемых сообществом идей. Этот отбор служит основой эволюции знаний
--

Согласно современным теориям познания, мимы, теории, мифы и мыслительные агенты существуют в едином социальном пространстве семиосферы. Человек принимает участие в развитии семиосферы и ноосферы через участие в деятельности сообществ. При обсуждении различных метафор, которые используются для понимания феномена Интернета, прежде всего, упоминается экологическая метафора сети как новой среды обитания человечества.

Продуктивность концепции экосистемы привлекла внимание многих исследователей, которые попытались применить объяснительные и моделирующие возможности этой концепции в области образования. Основная сложность использования этой концепции в сфере образования связана с многослойностью и многомерностью отношений между агентами и объектами, которые необходимо учитывать при переносе концепции экосистемы. В качестве отдельных активных агентов здесь действуют сущности различной природы. Авторы работы по цифровым учебным экосистемам выделяют акторов человеческой природы и акторов контента, имеющих цифровую природу [41]. Акторы человеческой природы могут быть объединены в популяции (группы) учеников, родителей, учителей, создателей учебных и методических материалов, работников музеев и библиотек и т.д. Акторы цифровой природы могут быть организованы в популяции по типу материалов: тексты, звуки, изображения и т.п.

Представляется, что современная цифровая экосистема имеет еще более сложный и многослойный состав, в котором можно выделить слой участников совместной сетевой деятельности, слой компьютерных агентов и слой объектов цифрового контента. Взаимодействие этих акторов различной природы происходит в среде цифрового ландшафта, состав которого определяется компьютерной и сетевой инфраструктурой. Акторы каждого слоя связаны между собой и с акторами из других слоев. В каждом из слоев происходит взаимодействие и постоянная межвидовая и внутривидовая конкуренция, которая поддерживает эволюционное развитие всей учебной экосистемы. Схема такой многослойной экосистемы, в каждом слое которой происходят взаимосвязанные процессы отбора и коэволюции, представлена на следующем рисунке:

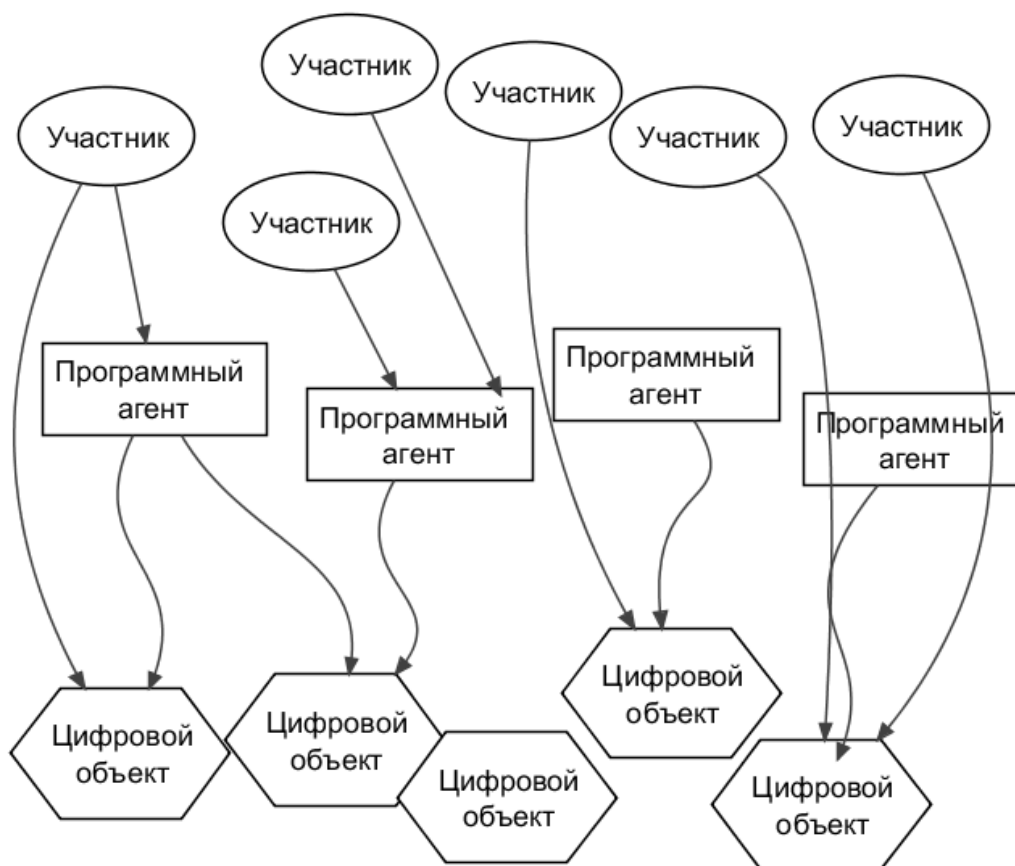


Рисунок 1 – Трехслойная учебная экосистема

Необходимо отметить, что сложность и многослойность цифровой учебной экосистемы может быть еще выше, поскольку элементы инфраструктуры также могут образовывать слой, вовлеченный в эволюционные изменения. Так, в работах Ямаками прослеживается эволюция мобильных устройств, которые используются внутри цифровой экосистемы [42–44].

Сравнение современной обучающей среды с экосистемой является не просто интересной метафорой. Вопрос не в том, является ли система образования экологической системой, а в том, насколько полезна и продуктивна подобная точка зрения. Использование экологической системы в качестве модели для анализа современной образовательной среды позволяет рассмотреть системные вызовы, которые ставят развитие информационных технологий и перед современным образованием, и перед современным обществом в целом.

Что дает нам рассмотрение системы совместной сетевой деятельности с точки зрения того, что такая система является экосистемой? М.Резник в своей работе «Думать как дерево (и другие формы экологического мышления)» показывает несколько преимуществ рассмотрения среды обучения как экологической системы. Прежде всего, сама среда, в которой происходит совместная деятельность, может служить источником для освоения и понимания экологических стратегий мышления и деятельности [45, с. 45].

Близкий по смысловому наполнению к понятиям «цифровая экосистема», «цифровая экология» термин «информационная экология» акцентирует внимание на подлинно «экологическом» явлении: зависимости качества жизни определенного вида (человека разумного) от принципиально нового и ставшего определяющим фактора среды обитания – информации. Таким образом, мы можем рассматривать жизнь современного человека (в том числе и, прежде всего, как биологического объекта) в духе принципов классической факторной экологии, где новый фактор среды (смешанного генезиса – биотически-

абиотический) играет ключевую роль, влияя на все остальные средовые параметры и факторы.

Совместная сетевая деятельность как развитие сети

Близкая предыдущей экологической метафора предполагает рассмотрение совместной деятельности как развитие сети, в которой возникают новые узлы и формируются связи между узлами. Изучение сети как самостоятельного объекта исследования началось совсем недавно. Развитие компьютерных сетей стимулировало создание нового научного направления, которое в качестве основного предмета рассматривает сетевые феномены в различных областях человеческой деятельности. Интерес к сетевым феноменам был продиктован, прежде всего, развитием сети Интернет. Постепенно сетевые концепции из математики и информатики распространились и на другие области знаний, и оказалось, что при помощи сетей или графов мы можем описывать множества различных элементов, разными способами связанных между собой. Множество компьютеров и электронных устройств, объединенных при помощи разнообразных связующих каналов, представляют впечатляющий, но далеко не единственный пример сети.

Общие закономерности сетевых образований, методы их описания и анализа представлены в работах Дункана Уоттса и Ласло Барабаши [46–49]. Дальнейший рост популярности сети был связан с созданием Всемирной Паутины — всемирной коллекции взаимосвязанных гипертекстовых документов. Если до создания Всемирной Паутины с сетью Интернет взаимодействовало достаточно ограниченное число людей, связанных с сетью своими профессиональными и исследовательскими интересами, то с начала 1990-х годов в сфера сетевого взаимодействия начинает стремительно расширяться.

Сеть – это нестабильное, развивающееся, динамическое множество различных элементов, разными способами связанных между собой. Впечатляющий, но далеко не единственный пример сети представляет множество различных компьютеров и разнообразных электронных устройств, объединенных при помощи разнообразных связующих каналов.

Основные понятия в теории сетей или теории графов:

- вершины, которые называют также узлами в физических дисциплинах и акторами в социальных сетях;
- ребра, которые связывают вершины. В физических дисциплинах и в социологии ребра называют связями. Ребра (связи) бывают ориентированными и неориентированными;
- степень вершины — количество ребер, исходящих из данной вершины;
- диаметр графа — максимальное расстояние между вершинами для всех пар вершин. Расстояние между вершинами — наименьшее число ребер, которые необходимо пройти, чтобы добраться из одной вершины в другую.

Для разных областей применения виды графов могут различаться направленностью, ограничениями на количество связей и дополнительными данными о вершинах или ребрах.

При помощи сети или графа могут быть представлены самые разные структуры:

- множество городов (вершины графа) и соединяющие их дороги (ребра графа);
- элементы электрической схемы (вершина) и соединяющие их провода (ребра);
- веб-страницы (вершины) и соединяющие их ссылки (ребра).

М.Ньюман [50] выделяет следующие типы сетей в окружающем мире:

1. Социальные сети объединяют отдельных людей или группы людей, связанных определенными отношениями: дружбой, работой, семейными связями;

2. Информационные сети (сети знаний) объединяют объекты, связанные ссылками и цитатами. Например, сети цитирования научных работ. Связи в такой сети цитат направлены только в одну сторону, поскольку новые работы ссылаются на уже опубликованные, а те не могут сослаться на более поздние. Другой пример

информационной сети — Всемирная Паутина, объединяющая веб-страницы, связанные между собой ссылками;

3. Технологические сети, специально созданные для передачи ресурсов. Например, электрические сети, телефонные, дорожные и железнодорожные сети, сети рек, если рассматривать их как естественную сеть. Технологической сетью является и сеть Интернет, если рассматривать ее как связь компьютеров;

4. Биологические сети, представляющие организацию многих биологических систем. Например, пищевые цепи в экологических системах; нервные и нейронные сети; пути метаболизма, объединяющие множество молекул субстратов и продуктов; генные сети, контролирующие формирование фенотипических признаков организмов.

Теория сетей и графов получила широкое развитие в 50-е годы XX века в связи со становлением кибернетики и развитием вычислительной техники, когда началось систематическое изучение графов и их применение в теории программирования и при построении вычислительных машин. Использование сетевых идей в социологии привело к формированию модели социальной сети. Узлами в таких структурах являются социальные объекты (люди или организации). Ребрами в социальных сетях являются социальные взаимоотношения. По мере развития средств коммуникаций, на базе которых формируются социальные сети, меняются представления о полезности и эффективности таких сетей. На этапе вещания, когда сообщения в сети распространялись при помощи средства массовой информации «от одного ко многим», ценность сети была прямо пропорциональна числу их слушателей и зрителей.

На этапе транзакций, когда сообщения передаются «от одного к одному» (электронная почта, факс, телефон), ценность сети возрастает. Для описания ее эффективности используется «закон Меткалфа»: общая ценность сети, в которой все узлы связаны между собой возрастает пропорционально квадрату числа ее узлов. На этапе формирования групп в сети возникает «сетевой эффект», для описания которого был предложен закон Рида «эффективность и ценность формируемой сети пропорциональна 2 в степени N , где N — число узлов в сети». Эта закономерность подчеркивает особенность современных социальных сетей. Ценность структуры, в которой все дочерние узлы связаны только с центральным узлом, определяется числом узлов. Эта структура характерна для централизованной сети распространения данных (радио, телевидение). Если же узлы связаны между собой, то ценность такой сетевой структуры по мере появления новых узлов растет экспоненциально. Ценность социальных сетей определяется не только и не столько содержанием, которое передается по каналам сети от узла к узлу [51]. Ценность открытой образовательной сети определяется числом связей, которые образуются между агентами и объектами внутри этой сети. Внутри открытой образовательной сети действует «сетевой эффект», для описания которого был предложен закон Рида «эффективность и ценность формируемой сети пропорциональна 2 в степени N , где N — число узлов в сети». Если узлы связаны между собой, то ценность такой сетевой структуры по мере появления новых узлов растет экспоненциально. Значение имеет не только количество участников сети и количество объектов, которые они создали, но количество связей, которые сформировались между участниками и цифровыми объектами. Первостепенное значение связей внутри образовательной сети подчеркивается на следующем рисунке:

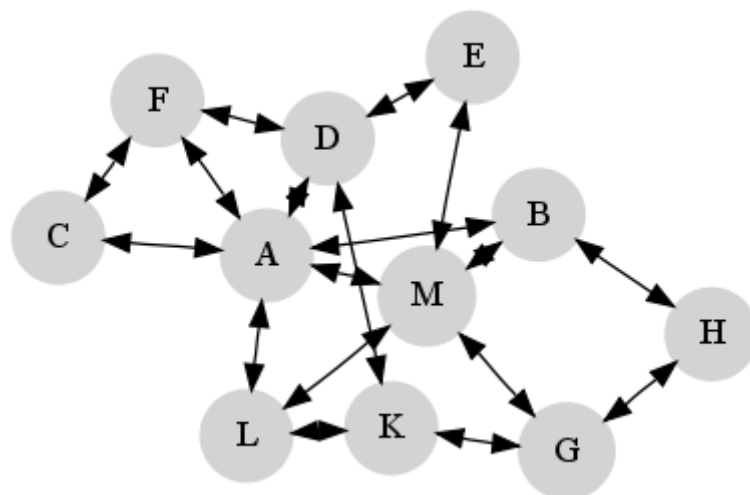


Рисунок 2 – Значение связей в открытой образовательной сети

Категория сети является конструкцией, которая позволяет мыслить определенным образом и применять опыт, полученный в одной области знаний, к другим областям. Тот факт, что феномен рассматривается как сетевой, означает для исследователя, что для анализа этого феномена можно приложить уже существующий разработанный аппарат. Аналогии и сходства между построением сайтов и городов, их посещаемостью и заселенностью будут правомерны, поскольку в отношении этих объектов действуют общие сетевые закономерности. Сеть открывает людям новые возможности для размышления, общения и обучения.

Что дает нам рассмотрение системы совместной сетевой деятельности с точки зрения того, что такая система является сетью? Такой способ рассмотрения позволяет использовать для анализа ситуаций совместной сетевой деятельности мощный современный исследовательский аппарат социального сетевого анализа. Поскольку связи компьютеров и связи цифровых документов можно исследовать и наблюдать при помощи компьютеров, то мы получаем в распоряжение множество моделей, которые с успехом могут быть использованы для уточнения наших представлений о сетях. К этой сетевой системе могут быть применены методологические подходы, связанные общими сетевыми феноменами. Для описания и анализа предмета исследования мы можем использовать базовые понятия – сеть, сообщество, агенты, самоорганизации, эмерджентность. Представленные подходы к рассмотрению совместной деятельности как экологической и как сетевой системы опираются на общие принципы, которые во многом будут определять сходные феномены, появляющиеся в поведении систем. Экологические системы, сети и сообщества агентов представляют собой примеры децентрализованных, самоорганизующихся и эмерджентных систем.

Децентрализованность – это отсутствие руководящих указаний, определяющих поведение отдельных участников на каждом из этапов развития системы. Экологические системы, сети и сообщества складываются сами по себе без руководящих указаний сверху.

Самоорганизация – это способность системы поддерживать организацию за счет внутренних ресурсов, за счет отношений между узлами, входящими в состав системы. Системы зачастую действуют эффективно за счет внутренних взаимодействий: относительно простые взаимодействия между простыми элементами системы приводят к возникновению паттернов координации и росту организации без всякого внешнего или центрального управления.

Эмерджентность – это системный эффект возникновения у системы новых свойств за счет взаимодействия составляющих систему узлов. Для возникновения такого эффекта необходим определенный уровень автономии и случайности в действиях отдельных агентов.

Коллективное поведение участников экологической системы, сети или сообщества возникает на основе достаточно простых действий, которые совершают агенты.

Экосистемные модели в педагогической практике

Понимание сути экосистемного подхода и внедрение в практику «сетевых» мышления можно удачно рассмотреть на примере самого экологического образования. Получая в свой арсенал новые достижения в сфере ИК-технологий и медиа-средств, современная экологическая наука и образование (ЭО) выходят на принципиально новый уровень развития. Этот уровень складывается, по сути, из трех взаимосвязанных аспектов:

1. Расширение возможностей обучения и развития навыков в ЭО.
2. Увеличение точности исследований в экологической науке и в ЭО.
3. Развертывание новых методов визуализации (демонстрации), коммуникации и распространения результатов исследований и достижений ЭО.

Расширение возможностей – ключевое в этом перечне качество, меняющее в значительной степени взгляды на современное экологическое образование. В условиях технически оснащенных школ, вузов, организаций дополнительного образования, экологических лагерей, экспедиций, полевых учебно-исследовательских баз и стационаров получение опыта и знаний происходит уже не только и не столько в стенах аудиторий и с помощью «мастера» - педагога, сколько в реальной жизни, не связанной с формальным процессом образования. Поэтому настоятельно требуют изучения вопросы наличия в арсенале современного ЭО мобильных устройств и программных средств, расширяющих возможности восприятия, памяти, коммуникаций и фиксации информации.

В предшествующей работе был предложен термин «дизайна среды совместного обучения»[1], под которым понимается педагогический дизайн, направленный на:

- создание учебной среды, наиболее соответствующей нуждам и потребностям обучающегося;
- включение ученика в конструктивную деятельность, когда он не только использует готовые образовательные ресурсы, но и сам активно участвует в их развитии;
- предоставление возможностей среды «совместного творчества» когда участники работают над общим гипертекстовым проектом дополняя, поправляя, редактируя, комментируя и связывая сеть цифровых объектов.

Концептуально предложенный термин характеризует изменения современной среды обитания человека, которая становится все более технологизированной и информатизированной и к жизни в которой он неизбежно должен адаптироваться. «Совместное обучение в цифровых условиях» как раз является осознанным процессом освоения новой среды, т.е. в экологии человека это явление становится все более и более определяющим жизнь современного индивида, группы и общества в целом.

Под терминами «цифровой экологический проект» (лагерь, экспедиция и пр.) в настоящее время следует понимать такие формы научно-исследовательской и образовательной деятельности школьников и студентов, в которых основным рабочим инструментом выступают цифровые устройства, а сама деятельность обучаемых опирается на технологии и методики, которые общепринято называют информационными или мобильными. Подобные формы деятельности приходят на смену традиционным экологическим, насчитывающим в своем развитии много десятилетий, привнося с собою, прежде всего, элементы прецизионности, повсеместности и нового уровня коммуницирования, в том числе сетевого.

Соответственно, стремительно идет формирование «новой» среды, в которой информационные сервисы и коммуникационные технологии становятся главнейшим инструментом человека в плане преобразования этой среды под свои нужды, т.е. «нового экологического взаимодействия», неизвестного ранее природе.

Одной из перспективных практикоориентированных образовательных моделей, учитывающих «экологичность» процессов (прежде всего, самоорганизацию, повсеместность

и сетевой характер) учебной среды является модель 1:1. Концептуальная идея модели 1:1 («Один ученик: один компьютер») состоит в том, что каждый обучаемый с достаточно раннего момента своей образовательной траектории имеет возможность использовать ИК-ресурсы и медиа-средства в своем обучении, опираясь на свой личный нетбук. Последний представляет собой не просто ультрапортативный ноутбук, заменяющий ребенку все привычные атрибуты учебы (учебники, дневник, справочники, тетради и т.д.), но и позволяющий эффективно работать в среде сетевого взаимодействия (со сверстниками и с педагогами, внутри школы и вне класса). Наш опыт апробации модели 1:1 на основе сетевых нетбуков OLPC XO и Classmate (Intel) показывает чрезвычайно высокую образовательно-воспитательную эффективность этой модели, особенно для среднего и старшего звена, а также студенческих аудиторий [52].

Так что же дает насыщение учебно-исследовательской сферы цифровыми устройствами и мобильными технологиями самим ученику, студенту, педагогу, работающими в рамках модели 1:1? Каковы новые психолого-педагогические эффекты мы можем зафиксировать в цифровом ЭО? Прежде всего, мы выделяем следующие:

1. **Самостоятельность.** В рамках варианта модели 1:1 школьник и студент чувствуют себя более самостоятельно в сравнении с необеспеченным технически вариантом обучения. Обучаемый, обладая собственным инструментом освоения учебно-исследовательского пространства, способен познавать окружающий мир более осознанно и самодостаточно. Ученик имеет всегда перед собой «овеществленную» программу действий, он может знать о предстоящих событиях (проекта, курса, лагеря и т.д.) и планируемых учебно-исследовательских мероприятиях практически всегда, поскольку в его личном ноутбуке возможно наличие полной информации, разложенной по блокам, схемам, определителям, цифровому календарю и пр.

2. **Мотивация.** В условиях модели 1:1 происходит органическая мотивация на активно-познавательную деятельность обучаемых, и, особенно, той их части, которую можно назвать технически ориентированной. В этом случае мобильные устройства служат средством активации интереса детей к природе и работе с природными объектами. Мотивация через деятельность также легко осуществляется в рамках самостоятельных заданий, которые, в свою очередь, предполагают освоение возможностей мобильных устройств и приемов работы с ними в сфере ЭО.

3. **Расширение границ познания.** Персональные ультрапортативные нетбуки, снабженные соответствующими развивающими и обучающими программами, дают возможность получить ученику значительно больше информации, и, что более значимо и важно в плане его личностного развития, значительно расширяют поле его действий по отношению к ней. С одной стороны, школьник или студент располагают в этом случае расширенным информационным полем (к тому же постоянно обогащаемому самим обучаемым и его окружением), а, с другой – они получают доступ к процессам обработки, переработки информации, добытия и демонстрации ее другим субъектам и т.д. При этом у субъектов формируется осознание информации как личной, она лично присваивается, что, в свою очередь, дает широкие возможности обучаемому проявить свои качества, заявить о себе, обратить на себя внимание, «блеснуть тем», чего нет у других, и что значимо в данный момент для всей группы.

4. **Развитие креативности.** Для технически ориентированных обучаемых обилие цифровых устройств дает широкое поле фантазии и творчества. Однако, и умелое использование техники и технологий в работе с субъектами иного склада мышления (условно – «гуманитариями», «природооведами» и пр.) может привести к качественным изменениям психоэмоционального состояния таких учеников. Например, освоение техники и технологий у таких школьников и студентов сопровождается более эмоционально окрашенным «выражением успеха», удачи, победы над собой, преодоления разнообразных комплексов. На этом фоне органично и мощно раскрываются творческие, фантазийные,

созидательные возможности обучаемого. В этих случаях для педагога важно умело применять дифференцированный подход к творческим заданиям и играм.

5. **Групповая деятельность.** Развитие коммуникативных качеств личности: умений принимать во внимание мнения других в решении командных задач (например, в работе над проектом в малой группе в среде Google Shared Spaces или в групповых играх типа геокэшинга) и других происходит в процессе как реального проживания проектного или экспедиционного бытия, так и совместного освоения новых устройств и технологий. Общеизвестно, что совместная групповая деятельность способствует формированию социальных качеств личности. В полевых условиях, при наличии объективных трудностей и проблем, дети, например, вынуждены более активно (чем в обычных комфортных и привычных условиях) проявлять настойчивость, находчивость, оперативность откликов на события и мнения окружающих, любопытство, сотрудничество, поддержку, просить помощи и пр. Все это приводит к тому, что за несколько дней технически насыщенной и трудной (в плане богатства и разнообразия окружающих объектов) экспедиции, школьники демонстрируют существенные изменения в стилях поведения и взглядах на других людей, имея при этом широкие возможности для проявления тех качеств, которые ранее были у них либо частично, либо вовсе не были востребованы.

6. **Обратная личная связь с руководителями и педагогами.** В условиях локальной сети каждый участник (проектной группы, экспедиции и пр.) может через свой персональный нетбук вносить свои предложения, исправления в программы и планы, в том числе и находясь на экскурсии, в поле. Со стороны руководителей и педагогов появляется возможность постоянного дистантного диалога и полилога с обучаемыми, включая и контроль за их действиями. Такая ситуация приводит к тому, что участники начинают реально ощущать единый дух коллектива, где каждый имеет право голоса, а также возможность это право реализовать – высказаться, сделать правки, внести свои предложения, скорректировать ошибки другого (в том числе работая в среде гипертекста).

7. **Взаимодействие со взрослыми.** В условиях освоения новой техники и цифровых технологий на ее основе школьники нередко опережают в этом направлении своих наставников. С одной стороны, это лидерство формирует удивительный феномен «обратного наставничества», когда ученик реально становится учителем. С другой стороны, возрастает самооценка таких детей. Наконец, выступая в такой роли, ребенок сам быстрее движется по пути развития, обучения, творчества. Особенно эффективна, на наш взгляд, совместная деятельность в смешанных группах, когда в условиях азарта мозговых штурмов и дискуссий, у педагога органично пропадает чувство «стыда за свои незнания», а ученики не замечают (не акцентируют внимания) некоторую беспомощность учителя.

Для полевых форм ЭО важным воспитательным моментом следует признать также возможность (в рамках модели 1:1, усиленной наличием внешнего Интернета) сетевого взаимодействия экспедиционеров с родителями, где последние не только следят за деятельностью своего ребенка (читая его блог или просматривая содержание сайта экспедиции), но и интерактивно и дистанционно помогают ребенку, являясь сами активными и полноправными участниками деятельности эколагеря или школы.

Следует отметить в заключении, что компании-создатели цифровых устройств, активно используемых в образовании, исходят из ряда принципов, среди которых правила «экологического» смысла занимают все более доминирующее положение. Интерес компаний к «экологичности» не голословен. Так, например, специалисты Intel участвуют в организации и проведении экологических проектов. Апробация техники в экологическом образовании является важным (и, порой определяющим) фактором выработки перспектив дальнейшего технического развития. Среди принципов можно назвать следующие:

- экономии ресурсов и затрат,
- миниатюризации (ультрапортативности),
- полифункциональности,
- энергосбережения,

- конструкционизма (взаимозаменяемости и состыковки),
- природосообразности и пр.

Формирование этих принципов в современной информационной среде общества отражает эволюцию взглядов человека на эту среду и свое место в ней от чисто технократических концепций до полного понимания главенства экологических императивов над утилитарно-техническими устремлениями. Это особенно важно показывать школьникам и студентам в ЭО, т.к. такие представления формируют сбалансированное экологическое мировоззрение, где нет места беспочвенным «технобоязни» и алармизму, а есть ясное понимание «устойчивого» пути развития человечества с рядом самоограничений и мер контроля.

Аналогичность многих параметров информосферы современного общества («информационного общества») и природной экосистемы подчеркивают, как уже отмечалось выше, многие исследователи. Особенно хорошо это прослеживается в экологическом образовании поддерживающие принципы сетевой деятельности. Анализируя итоги экологического лагеря, в ходе которого ученики создавали коллективный гипертекст, мы обнаружили, что само создание и развитие коллективного гипертекста аналогично формированию экосистем в природе и, во многом, подчиняется сходным законам [53].

В ходе совместной деятельности действовали сходные основные правила:

- Деятельность участников была направлена на создание коллективного гипертекста.
- Ученики – участники совместной сетевой деятельности – следовали простым правилам и создавали отдельные строительные блоки для гипертекста – тексты рассказов о людях, животных и растениях.
- Компьютерная программа автоматически устанавливала ссылки между текстами.
- Учителя – организаторы совместной деятельности – формулировали общие правила, но не вмешивались в создание материалов участниками.

Учебный сценарий, согласно которому развивалась учебная деятельность, представлен на следующем рисунке:

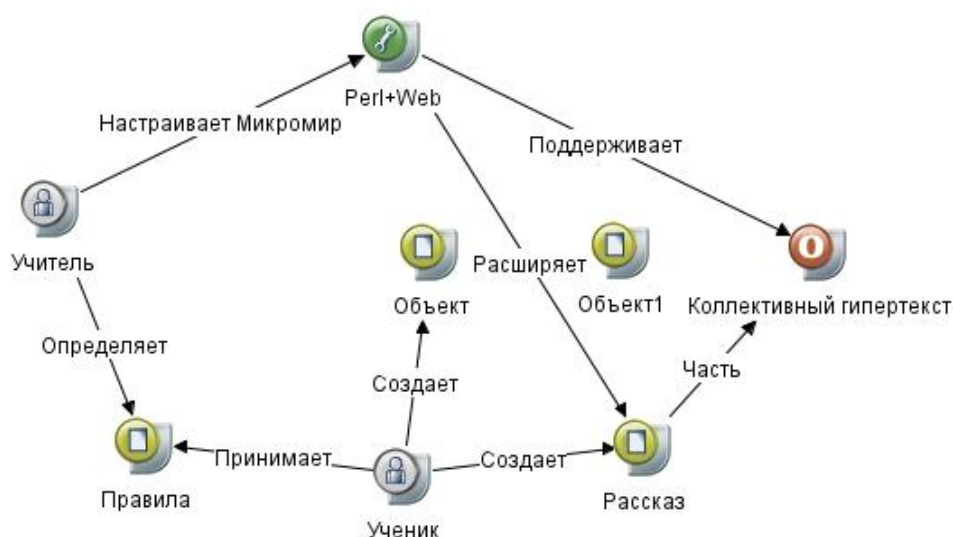


Рисунок 3– Сценарий создания коллективного гипертекста

Сама форма сетевого взаимодействия внутри сложного коллектива, а также его активные связи с внешним миром служат примером эконообразности и развивается впоследствии уже без прямого участия организаторов и специального технического обслуживания.

Дальнейшие исследования организации совместной деятельности, основанной на принципах построения учебной экосистемы, показали, что узлами такой экосистемы могут служить не только страницы гипертекста, но и цифровые истории, части компьютерной программы, рисунки, фотографии и аудиозаписи. Показательным является объединение учебной деятельности, которая происходила параллельно в таких различных средах как MediaWiki и Scratch, между объектами которых были выстроены связующие соединения [54]. Схема таких соединений представлена на следующем рисунке:

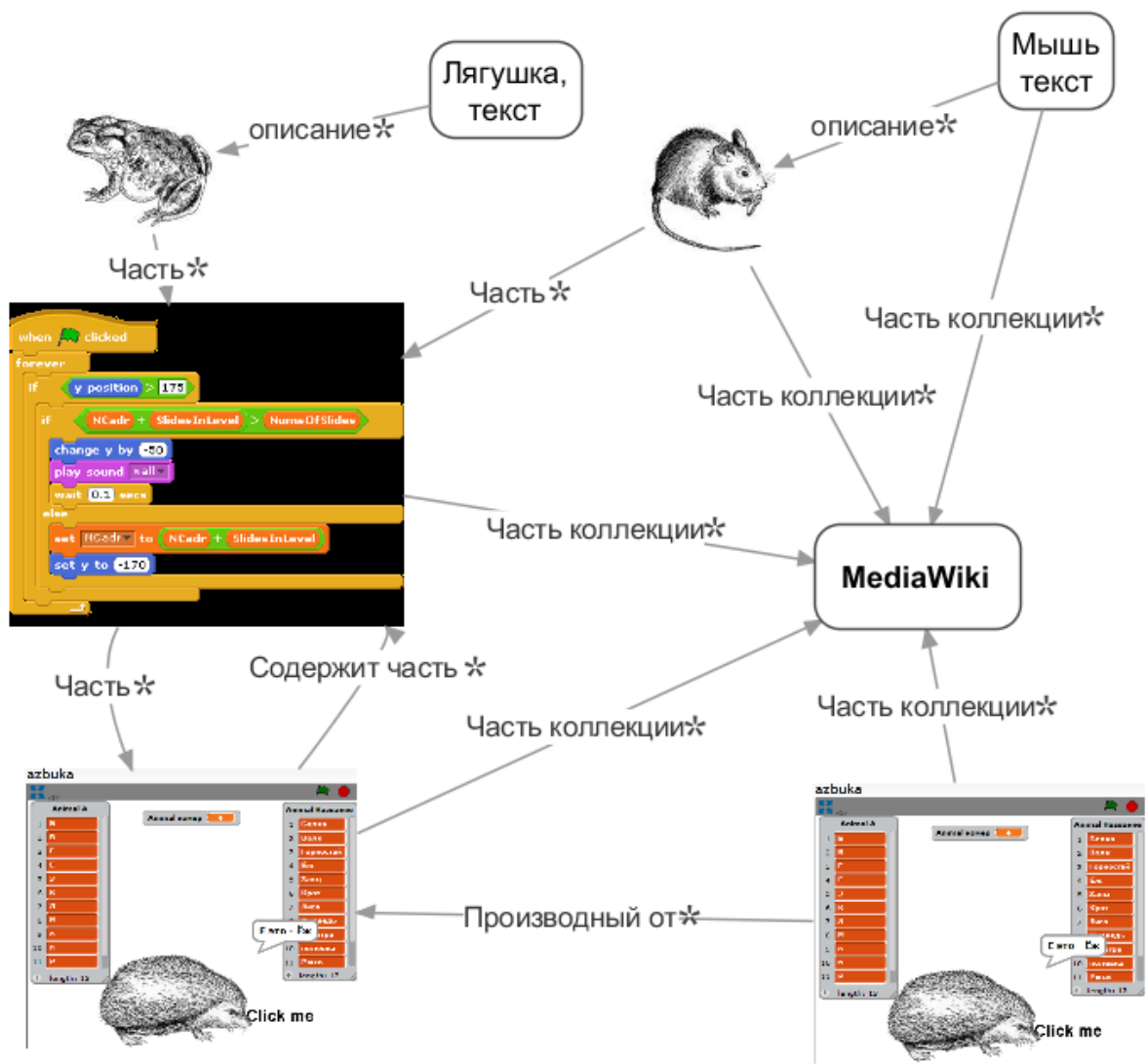


Рисунок 4 – Система обмена объектами между средами MediaWiki и Scratch

Анализ экспериментальных проектов позволяет выделить следующие исходные положения организации совместной сетевой деятельности:

- В совместной деятельности принимают участие организаторы и ученики – участники деятельности.
- Организаторы совместной деятельности разрабатывают план деятельности. Этот определяет цель деятельности – общий артефакт, на создание которого будет направлена деятельность сообщества; формат отдельных объектов, которые создают участники и правила создания таких объектов.
- Участники деятельности обсуждают и принимают правила деятельности.
- Участники создают свои персональные объекты.

- Созданные объекты дополняются, расширяются и связываются между собой благодаря деятельности компьютерной программы.
- Связанные и дополненные объекты входят в состав общего целевого артефакта
- Конечный артефакт учитывается в деятельности участников, и они могут изменить свойства своих объектов – добавить в них дополнительные связи, упоминания других объектов гипертекста, изменить характер отношений между персонажами.

Заключение

Наше общество становится обществом, которое производит знания. Социокультурные изменения отражаются на государственных и международных стандартах образования, а эти стандарты направляют педагогическую деятельность. Социокультурные изменения, связанные с развитием форм совместной сетевой деятельности, нашли отражение в федеральной государственном образовательном стандарте основного общего образования. Заключительные положения раздела по метапредметным результатам освоения основной образовательной программы ФГОС включают следующие взаимосвязанные компетентности, необходимые для продуктивной сетевой деятельности:

- умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками;
- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий;
- формирование и развитие экологического мышления, умение применять его в познавательной, коммуникативной, социальной практике и профессиональной ориентации.

Близкое соседство компетентности в совместной деятельности, информационной компетентности и экологического мышления, с нашей точки зрения, является неслучайным, поскольку именно эти компетентности необходимы для успешной деятельности внутри современных сетевых сообществ, производящих знания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патаракин, Е.Д. Дизайн среды повсеместного обучения / Е.Д. Патаракин. М.: Издательство Ю.Н. Николаева, 2009. – 124 с.
2. Ярмахов, Б.Б. Летний цифровой лагерь: модель 1:1 / Б.Б. Ярмахов, Е.Д. Патаракин, В.В. Буров // Народное образование. – 2009. – № 3. С. 149–157.
3. Беккер, К. Словарь технической реальности: Культурная интеллигенция и социальный контроль / К. Беккер. – М.: Культура, 2004. – 224 с.
4. Кастельс, М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / М. Кастельс. – М.: ГУ ВШЭ, 2000. – 608 с.
5. Бондаренко, С.В. «Электронное государство» как социотехническая система / С.В. Бондаренко // Современная социология — современной России: Сборник статей памяти первого декана факультета социологии НИУ ВШЭ А.О. Крыштановского. – НИУ ВШЭ; РОС; 2012. – С. 581 – 588.
6. Pickett S.T., Cadenasso M.L. The ecosystem as a multidimensional concept: Meaning, model and metaphor. // Ecosystems. 2002. № 5. P. 1 – 10.
7. Бергсон, А. Творческая эволюция / А. Бергсон. – М.: Канон-Пресс, 1998. – 384 с.
8. Богданов, А.А. Тектология: всеобщая организационная наука / А.А. Богданов. – М.: Финансы, 2003. – 496 с.
9. Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера / В.И. Вернадский. М.: Наука, 1989. – 274 с.
10. Вернадский, В.И. О науке / В.И. Вернадский. – М.: Феникс., 1997. – 584 с.
11. Шарден, П.Т. де. Феномен человека / П.Т. де Шарден. М.: Изд-во АСТ, 2002. – 554 с.
12. Винер, Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине / Н. Винер. М.: Сов. радио, 1968. – 328 с.
13. Пригожин, И.Р. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой / И.Р. Пригожин. – М.: УРСС, 2008. – 294 с.

14. Николис, Г. Познание сложного: Введение / Г. Николис, И. Пригожин. – М.: Мир, 1990. – 342 с.
15. Турчин, В.Ф. Феномен науки: кибернетический подход к эволюции / В.Ф. Турчин. – М.: Наука, 1993. – 300 с.
16. Minsky M. The Society of Mind. Pages Bent. Simon & Schuster, 1988. 336 p.
17. Heylighen F., Rosseel E., Demeyere F. Self-steering and cognition in complex systems: toward a new cybernetics. Gordon and Breach Science Publishers, 1990. 456 p.
18. Матурана, У. Древо познания: Биологические корни человеческого понимания / У. Матурана, Ф. Варела. – М.: Прогресс-Традиция, 2001. – 223 с.
19. Maturana H.R., Varela F.J. Autopoiesis and cognition: the realization of the living. Springer, 1980. 184 p.
20. Лотман, Ю.М. Семиосфера: культура и взрыв, внутри мыслящих миров, статьи, исследования, заметки / Ю.М. Лотман. – СПб.: Искусство СПб -, 2001. – 712 с.
21. Докинз, Р. Эгоистичный ген: перевод Н. Фомина / Р. Докинз. – М.: Мир, 1993. – 318 с.
22. Bush V. As we may think // The Atlantic monthly. 1945.
23. Kelly K. What Technology Wants. First Edition. Viking Adult, 2010. 416 p.
24. Лем, С. Сумма технологии / С. Лем. – М.: АСТ, 2008. – 668 с.
25. Baker K.S., Bowker G.C. Information ecology: open system environment for data, memories, and knowing // J. Intell. Inf. Syst. 2007. Vol. 29, № 1. P. 127–144.
26. Bowker G.C., Star S.L. Sorting things out: classification and its consequences. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2000.
27. Fuller M. Media Ecologies: Materialist Energies in Art and Technoculture (Leonardo Books). The MIT Press, 2007.
28. Papaioannou T., Wield D., Chataway J. Knowledge ecologies and ecosystems? An empirically grounded reflection on recent developments in innovation systems theory // Environment and Planning C: Government and Policy. 2009. Vol. 27, № 2. P. 319–339.
29. Извозчиков, В.А. Инфоноосферная эдукология: Новые информационные технологии обучения / В.А. Извозчиков. – СПб: РГПУ, 1991. – 120 с.
30. Извозчиков, В.А. Ноосфера как общечеловеческая информационная система / В.А. Извозчиков // Человек и образование. – 2006. – № 4-5. – С. 66–69.
31. Макаров, В.Л. Становится ли человеческое общество стабильнее / В.Л. Макаров // Вопросы философии. – 2010. – № 8. – С. 17–22.
32. Макаров, В.Л. Новый инструментарий в общественных науках - агент-ориентированные модели: общее описание и конкретные примеры / В.Л. Макаров, А.Р. Бахтызин // Экономика и управление. – 2009. – № 12. – С. 13–25.
33. Dong H., Hussain F.K. Digital Ecosystem Ontology // IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2007. ISIE 2007. 2007. P. 2944–2947.
34. Dong H., Hussain F.K., Chang E. An Integrative view of the concept of Digital Ecosystem // Proceedings of the Third International Conference on Networking and Services. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2007. P. 42–.
35. Karhu K. et al. A digital ecosystem for boosting user-driven service business // Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. New York, NY, USA: ACM, 2009. P. 37:246–37:253.
36. Lurgi M., Estanyol F. Managing a digital business ecosystem using a simulation tool // Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. New York, NY, USA: ACM, 2010. P. 213–220.
37. Briscoe G. Complex adaptive digital EcoSystems // Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. New York, NY, USA: ACM, 2010. P. 39–46.
38. Briscoe G., Sadedin S., Wilde P. Digital Ecosystems: Ecosystem-Oriented Architectures. 2011. Vol. 10, № 3. P. 1143–1194.

39. Briscoe G., De Wilde P. Digital ecosystems: self-organisation of evolving agent populations // Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. New York, NY, USA: ACM, 2009. P. 7:44–7:48.
40. De Wilde P., Briscoe G. Digital ecosystems: stability of evolving agent populations // Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. New York, NY, USA: ACM, 2009. P. 6:36–6:43.
41. Ficheman I.K., De Deus Lopes R. Digital learning ecosystems: authoring, collaboration, immersion and mobility // Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children. New York, NY, USA: ACM, 2008. P. 9–12.
42. Yamakami T. A Mobile Digital Ecosystem Framework: Lessons from the Evolution of Mobile Data Services // Proceedings of the 2010 13th International Conference on Network-Based Information Systems. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2010. P. 516–520.
43. Yamakami T. A two-layer ecosystem evolution model: lessons from stages of mobile data services // Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. New York, NY, USA: ACM, 2010. P. 81–86.
44. Yamakami T. OSS as a digital ecosystem: a reference model for digital ecosystem of OSS // Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems. New York, NY, USA: ACM, 2010. P. 207–208.
45. Resnick M. Thinking Like a Tree (and Other Forms of Ecological Thinking // International Journal of Computers for Mathematical Learning. 2003. Vol. 8, № 1. P. 43 – 62.
46. Watts D.J. Six Degrees: The Science of a Connected Age. W. W. Norton & Company, 2004.
47. Watts D.J. Small Worlds: The Dynamics of Networks between Order and Randomness. illustrated edition. Princeton University Press, 2003.
48. Newman M.E.J., Watts D.J. The structure and dynamics of networks. Princeton University Press, 2006. 596 p.
49. Barabasi A.-L. Linked: How Everything Is Connected to Everything Else and What It Means. Plume, 2003.
50. Newman M. Networks: An Introduction. 1st ed. Oxford University Press, USA, 2010.
51. Rheingold H. The Virtual Community: Homesteading on the Electronic Frontier. revised edition. The MIT Press, 2000. 447 p.
52. Шустов, С.Б. Формы и содержание сетевого взаимодействия в условиях летней экологической активности школьников, студентов и педагогов / С.Б.Шустов, Е.В.Терехина, А.К. Киселев // Нижегородское образование. – 2010. № 2.– С. 30 – 35.
53. Патаракин, Е.Д. Экологическое образование через создание сетевых сообществ / Е.Д.Патаракин, С.Б.Шустов // Журнал Евроазиатских Исследований. – 2004. – № 2. – С. 57 – 62.
54. Patarakin E., Yarmakhov B. Wiki for designing games at summer camp // Proceedings of the 7th international conference on Games + Learning + Society Conference. Pittsburgh, PA, USA: ETC Press, 2011. P. 268–271.

© Патаракин Е.Д., Шустов С.Б., 2013