

УДК 338.1

*М. В. Куклина¹, А. И. Труфанов¹, В. Н. Богданов¹, Д. В. Кобылкин²,
Н. Е. Красноштанова², Т. Ш. Рыгзынов³, Л. Н. Самаева⁴, А. А. Маланова¹*

¹ФГБОУ ВПО «Иркутский Национальный исследовательский технический университет», Иркутск, e-mail: Kuklina-kmv@yandex.ru;

²Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск;

³Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ;

⁴МАОУ «Орликская СОШ», Улан-Удэ

СЕТЕВАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО СЕКТОРА: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ МНОГОГРАННЫХ ДАННЫХ

Ключевые слова: социально-экологические системы, Байкальская природная территория, устойчивость, туризм, всеобъемлющий охват сети, сетеподобные данные, сетевизация, непохожие на сеть данные.

В современных условиях возможности развития туризма тесным образом связаны с возможностями сетевой науки. В сетевой науке рассматривают различные элементы или участников процесса, представленных узлами, и связи между элементами или участниками, представленные связями. Сетевая наука оказывает информационную помощь, что позволит использовать общедоступные текстовые, пространственные и временные данные. В рамках исследования сетевой подход был применен для изучения туристического направления Байкальской природной территории, в связи с проблемами общей устойчивости региональных социально-экологических систем. Целью исследования является разработка интегрированной сетевой платформы для гармонизации таких сложных и хрупких систем, как Байкальская природная территория. Платформа предоставляет исследователям и заинтересованным сторонам концентрированную информацию, которая может быть не только эффективно обработана, но и понятна, правильно сопоставлена и реализована в смежных сферах. Более того, эти и другие данные о смежных отраслях и видах деятельности, преобразуемые в сетевую форму, дают большие преимущества для высокопроизводительной обработки больших данных. Данная платформа поможет лицам, принимающим решения, получить своевременную, конфиденциальную информацию о положительных и отрицательных тенденциях в различных региональных процессах, их взаимосвязях и взаимозависимостях. Что позволит в целом противодействовать угрозам устойчивости региональных социально-экологических систем.

*M. V. Kuklina¹, A. I. Trufanov¹, V. N. Bogdanov¹, D. V. Kobylkin²,
N. E. Krasnoshtanova², T. Sh. Rygzynov³, L. N. Samaeva⁴, A. A. Malanova¹*

¹Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: Kuklina-kmv@yandex.ru;

²V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk;

³Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude;

⁴Orlikskaya Secondary school, Ulan-Ude

NETWORK PLATFORM FOR THE TOURISM SECTOR: TRANSFORMATION AND INTERPRETATION OF MULTIFACETED DATA

Keywords: socio-ecological systems, Baikal natural area, sustainability, tourism, comprehensive coverage of the network, network-like data, network-like data, network-like data.

In modern conditions, the possibilities of tourism development are closely related to the possibilities of network science. In network science, various elements or participants in the process are considered, represented by nodes, and connections between elements or participants, represented by connections. Network science provides information assistance, which will allow the use of publicly available textual, spatial and temporal data. As part of the study, a network approach was applied to study the tourist destination of the Baikal natural territory, in connection with the problems of the overall sustainability of regional socio-ecological systems. The aim of the study is to develop an integrated network platform for the harmonization of such complex and fragile systems as the Baikal Natural Territory. The platform provides researchers and stakeholders with concentrated information that can not only be efficiently processed, but also understandable, correctly compared and implemented in related fields. Moreover, these and other data on related industries and activities, converted into a network form, provide great advantages for high-performance processing of big data. This platform will help decision makers to receive timely, confidential information about positive and negative trends in various regional processes, their interrelations and interdependencies. This will make it possible to counteract threats to the stability of regional socio-ecological systems in general.

Введение

Озеро Байкал всемирно известно как крупнейший заповедник пресной воды. Комитет всемирного наследия ЮНЕСКО признал озеро Байкал примером выдающейся пресноводной экосистемы и включил его в Список всемирного наследия. В законодательном порядке это нашло отражение 2 апреля 1999 г., когда Государственная Дума РФ приняла федеральный закон «Об охране озера Байкал». На 37-м пленарном заседании Всемирной федерации ассоциаций Объединенных Наций (Барселона, 11 мая 2003 г.) было решено признать озеро Байкал и Байкальскую природную территорию (БПТ) целевой территорией для устойчивого развития мирового значения в рамках программы ООН по устойчивому развитию. Для достижения этой цели необходимо понимать взаимодействие экологии, экономики и общества в регионе и его сообществах. Социально-экологический системный подход – это способ понять взаимодействия между социальными и природными системами.

Социально-экологические системы БПТ сложны и хрупки. В границах БПТ находится значительное количество природных ресурсов. Местные сообщества BNT испытывают большую дифференциацию в условиях доступа к социально-экономическим, природным ресурсам и транспорту. Кроме того, они претерпели резкую трансформацию в конце XX – начале XXI веков. В настоящее время особый интерес представляет изучение того, какое влияние оказывают друг на друга промышленно развитые зоны (горнодобывающая промышленность), сельское хозяйство, туризм и малонаселенные районы (например, на BNT). Естественно, взаимосвязь между социально-экономической реальностью, культурными традициями, климатическими и институциональными условиями и инфраструктурной поддержкой требует соответствующей культуры управления, чтобы сделать социально-экологические системы устойчивыми.

Основная гипотеза работы рассматривается следующим образом: в результате внешнего воздействия, в основном внешнего спроса на определенные ресурсы, а также увеличения индивидуальных запросов на улучшение качества жизни, сами социально-экологические системы могут

потерять устойчивость. Обладая методами моделирования, анализ взаимосвязей и взаимозависимостей между множеством различных компонентов вполне осуществим. Что касается устойчивости социально-экологических систем, феномены туризма влияют на системы и изменяют их до некоторой степени, а также могут служить индикатором изменений. По мере того, как индустрия туризма становится все более сложной, повсеместной и нематериальной, она требует соответствующего тщательного изучения соответствующих подходов и методов. Среди разнообразных подходов кажется привлекательным разработать и применить мощные сетевые инструменты и инструменты, основанные на соответствующих концептуальных сетях в сфере туризма, в отношении комплексной оценки устойчивости социально-экологических систем, претерпевающих социально-экономические и природно-климатические изменения в БПТ.

Материал и методы исследования

Исследование основано на полевых исследованиях и сетевом анализе. Полевые исследования были проведены в 2017 и 2018 годах в поселке Хужир на острове Ольхон. Опрошенные были найдены с помощью метода снежного кома и бывших социальных сетей. Продолжительность интервью варьировалась от 25 до 90 минут и в среднем составляла от 50 до 60 минут. Для анализа в этой статье мы включили 19 интервью с местными жителями (4 интервью), лидерами общин (3 интервью), муниципальными властями, водителями «таблеток» (5 интервью), правительственными чиновниками (2 интервью) и владельцами туристических хостелов (5 интервью). Автомобили «Таблетка» на острове Ольхон предоставляют туристам поездки в привлекательные места и транспорт между паромом и местами размещения посетителей. В частности, мы проанализировали интервью, в которых респонденты обсуждали преимущества и проблемы туристической деятельности, а также ухудшение состояния окружающей среды в результате развития туристической деятельности. Интервью были расшифрованы, анонимизированы и закодированы с использованием NVivo для изучения конкретных дискурсов, связанных с видами туристической деятельности.

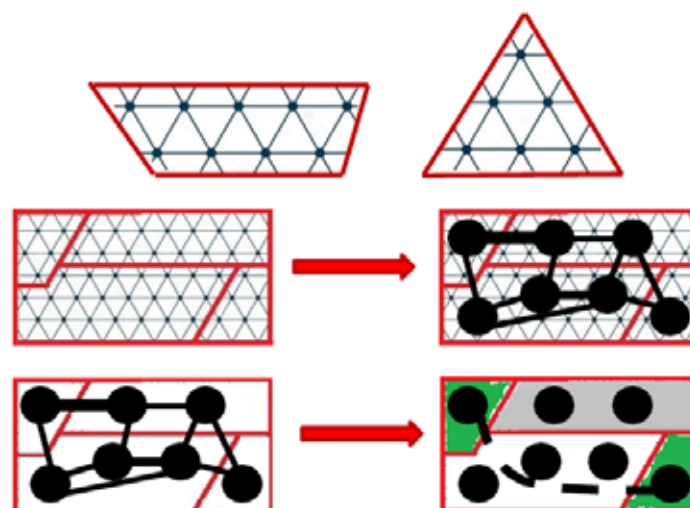


Рис. 1. 3-шаговый алгоритм, который преобразовал NURTD в сложную сеть

Кроме того, мы представили сетевые и региональные данные о туризме (NLRTD и NURTD соответственно) в качестве сетей для дальнейшей эффективной обработки и, в конечном счете, для того чтобы сделать их понятными, правильно сопоставленными и внедренными в других сферах, связанных с сектором туризма в BNT. Для NURTD может быть использован набор популярных методов для преобразования текстовых, пространственных и временных данных в сложные сети. Они, как обычно, включают следующие три этапа обработки данных: сегментацию в соответствии с заданной продолжительностью времени, укрупнение сегментов и связывание сегментов с соответствующими весами. Среди алгоритмов, имеющих теоретическое и практическое значение, – CBS, LS, подходы «границы» и «окрестности пикселя» и IVG/INVIG. Вышеприведенные алгоритмы предусматривают, в частности, разделение системы на элементы и связывание «похожих» элементов для построения сети.

Представляется разумным в максимальной степени применять подходы, соответствующие сохранению присущих рассматриваемой структуре свойств (NLRTD и NURTD). Сравнение методов по их эффективности и действенности может быть не только качественным, но и количественным. Для преобразования NLRTD мы следовали ссылке [1] и использовали полевые данные. Города и деревни берутся в качестве

узлов, N , и между узлами i и j существует связь, если туристы путешествуют с сайта i на сайт j . В отличие от ссылки [1], не было уделено особого внимания тому, были ли ссылки направлены или нет. Чтобы проверить информацию и оценить ее достоверность в отношении взаимоотношений, мы выбрали интервью с лицами, работающими в сфере туризма.

Преобразование NURTD (собранных в пространственном, временном и текстовом форматах) в сложные сети было выполнено с акцентом на масштабирование данных в соответствии со ссылкой [2]. Согласно алгоритму, процесс преобразования подразумевает три последовательных шага, так что определяются три типа узлов и три типа связей (рисунок 1). Мы обнаружили, что такие инструменты, как Gephy и Neo4j, полезны для поддержки обрабатываемой модели.

Результаты исследования и их обсуждение

Байкальская природная территория расположена в южной части Восточной Сибири. Он включает озеро Байкал с островами, прилегающую водоохранную зону, водосборную площадь на территории Российской Федерации, а также особо охраняемые природные территории, расположенные на берегах озера Байкал, и прилегающую территорию шириной до 200 км к западу и северо-западу (рисунки 2 и 3).

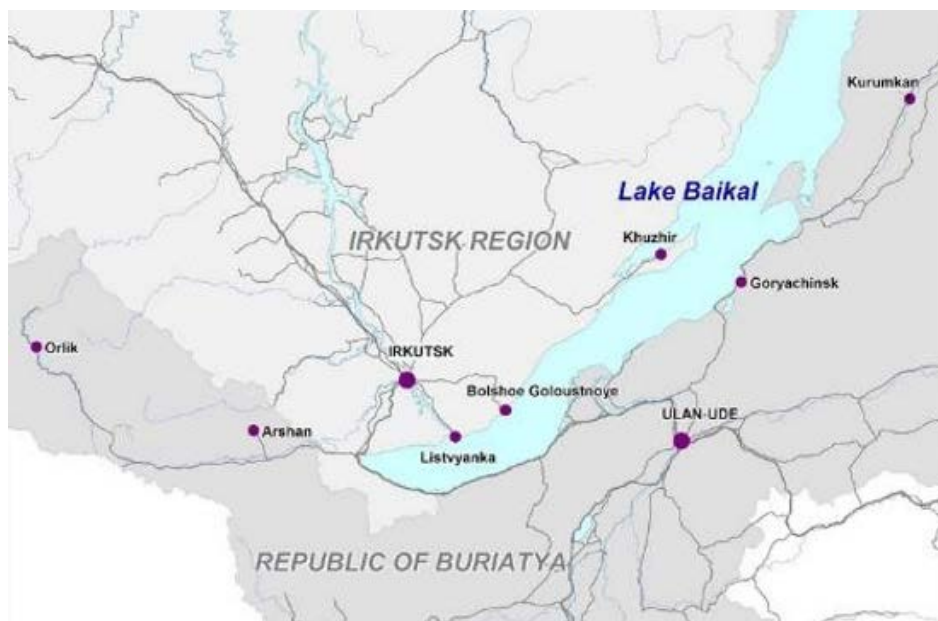


Рис. 2. Карта Байкальской природной территории как туристического направления

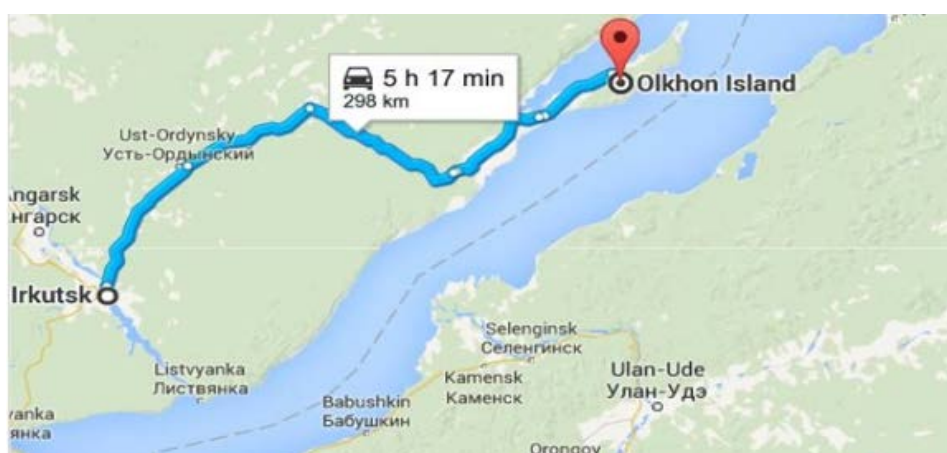


Рис. 3. Остров Ольхон

В связи с его расположением на достаточно большой территории с многоуровневым административным делением (три субъекта Российской Федерации, в том числе 37 муниципальных образований со статусом административного округа) в настоящее время возникают определенные трудности, связанные с управлением Байкальской природной территорией. Поэтому необходимо создать инструмент для разработки социально-экономических и экологических показателей развития субъектов Байкальской природной территории с учетом учитывать стратегию

устойчивого развития данного региона в соответствии со спецификой политических, экономических, экологических, технологических и социальных условий.

Была построена простая транспортная сеть в туристическом направлении Байкальской природной территории (рисунок 4), и, таким образом, была реализована сетевая интеграция NLRTD. Можно добавить, что инструмент Gephi автоматически строит стрелки, если назначать «направленные» ссылки. Сопутствующие значения сетевых показателей представлены в таблице 1.

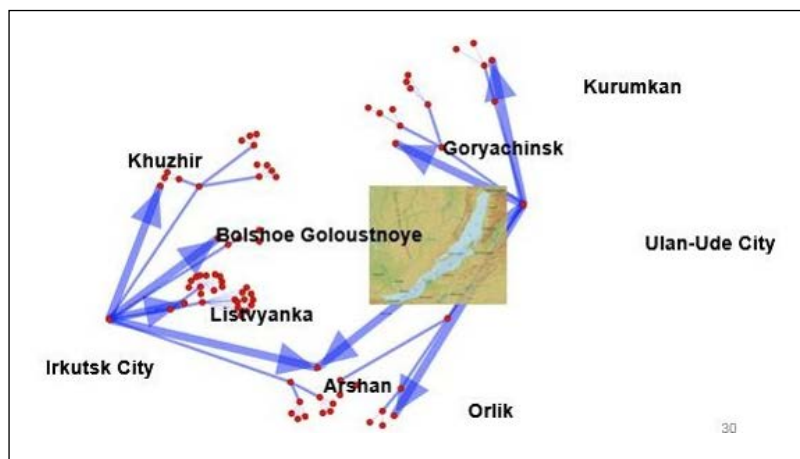


Рис. 4. Сеть туристических направлений и регулярных транспортных услуг в Байкальском регионе

Таблица 1

Показатели сети туристических направлений для Байкальской природной территории

	Показатели	Значение
1	узлы	81
2	ссылки	80
3	Средняя степень	1975
4	диаметр	8
5	радиус	4
6	Средняя длина пути	5.23
7	плотность	0.025
8	модульность	0.717
9	Количество сообществ	9
10	Количество слабосвязанных компонентов	1
11	Средний коэффициент кластеризации	0.000

Неудивительно, что в такой транспортной организации обнаруживается иерархическая сеть (таблица 1). Было отмечено, что сети реального мира, как правило, развиваются как модульные [3]. Сеть, которую мы исследовали, состоит из девяти ощутимых сообществ или групп узлов, так что плотность связей между узлами внутри каждой группы выше, чем между узлами разных групп. Модульность является общей характеристикой различных сетевых систем реального мира. Сетевая кластеризация отражает тесноту сетевой системы, а ее средний коэффициент, равный нулю, указывает на отсутствие зависимости между связями. Таким образом, уровень кластеризации сети ниже даже по сравнению с соот-

ветствующей случайной сетью. Поскольку он обладает топологией древовидной сети, его структура отражает значительную топологическую уязвимость района к преднамеренным антропогенным угрозам. В то же время сеть устойчива к воздействию стихийных бедствий.

Развитие Байкальской природной территории как туристического направления

География является ключевым аспектом туризма, который состоит из исследования местности и путешествий между конкретными местами. Представляется разумным изучить карты региональных туристических направлений и применить вышеупомянутый масштабный алгоритм их сетевой интеграции. Соответственно, карты ландшафта

и землепользования (Ольхонский уезд, Иркутская область, РФ в пределах Байкальской природной территории) были преобразованы в сложные сети, как показано на рисунках 5 и 6.

Эта слабость усугубляется неразвитой туристической инфраструктурой и экологическими нормами. Остров соединен с материком паромной переправой, и в нем наблюдается быстрый рост туристических потоков из разных регионов и стран. Большое количество туристов привлекают местные пейзажи, памятники природы и местные легенды. В 2019 году остров Ольхон посетили 142 тысячи человек, что на 17% больше по сравнению с предыдущим годом [4].

«Слабые» связи между узлами указаны в интервью с жителями острова Ольхон, где проблемы Байкала стоят наиболее остро. Из интервью с представителем администрации: «...те, кто издалека, русские, едут на остров, потому что у них есть понимание, чтобы посмотреть на озеро Байкал. Наш Байкал вообще не для купания, это не Черное море. И этот туризм лучше, он меньше засоряется, они селятся в гостинице, там меньше «диких отдыхающих» и тех, кто оставляет мусор. Это люди, которые путешествуют недолго, и люди, которые путешествуют чисто познавательно. Здесь все созерцательно... У нас есть познавательный, этнический туризм, экологический туризм, в святых местах, как паломничество. Мы приехали, посмотрели и уехали, пожили немного. На самом деле,

нам нечего делать на острове. Во-первых, он ограничен в пространстве. Во-вторых, он ограничен количеством объектов, которые можно просматривать. Три дня и все такое. Китайцы, корейцы вообще уезжают в первый день. Предметы можно пересчитать по пальцам...».

Основным видом деятельности людей, проживающих на Ольхоне, является прием и обслуживание туристов. Для местного мужского населения на острове одним из самых популярных видов деятельности является перевозка туристов на автомобилях «таблетка» от паром до Хужира, а также туристические поездки по острову к местным достопримечательностям. Большинство из этих водителей не имеют разрешения на перевозку пассажиров, но, несмотря на существующие штрафы и запреты, количество таких автомобилей и услуг растет с каждым годом, с увеличением числа туристов и спроса на их услуги. Из интервью с водителем планшета: «...водить здесь большие корейские автобусы – все равно что умереть. Тогда вы не получите ремонта. Подвеска с обеих сторон ломается, а УАЗ («таблетка») – это частники, что это такое? Им заплатили деньги, и они все равно их берут. В основном, у водителей есть свои собственные машины... более крупные кемпинги, они привлекают водителей к своим машинам. Они нанимают водителей из Иркутска; они больше не местные, эти наемные водители» (водитель «таблетка», мужчина, 42 года).

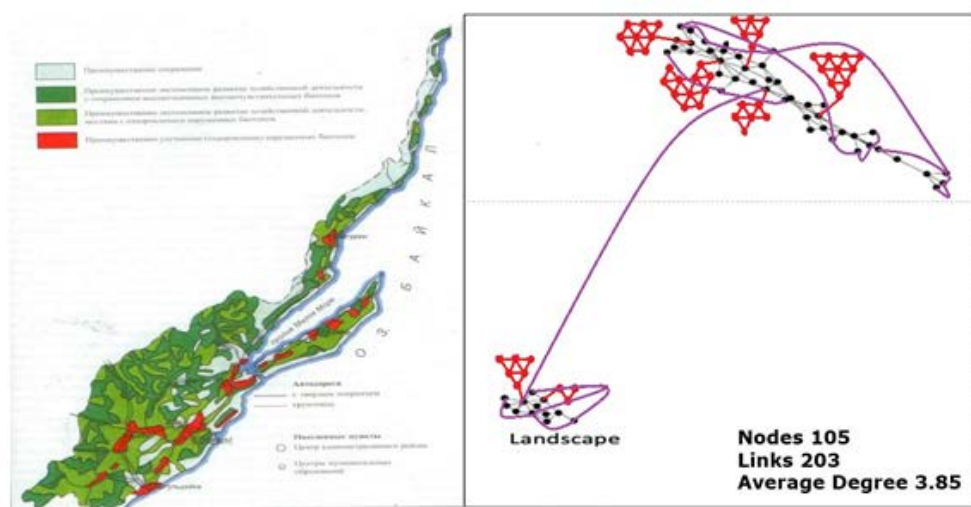


Рис. 5. Сетевая ландшафтная карта туристского подрайона (Ольхонский подрайон, Байкальская природная территория)

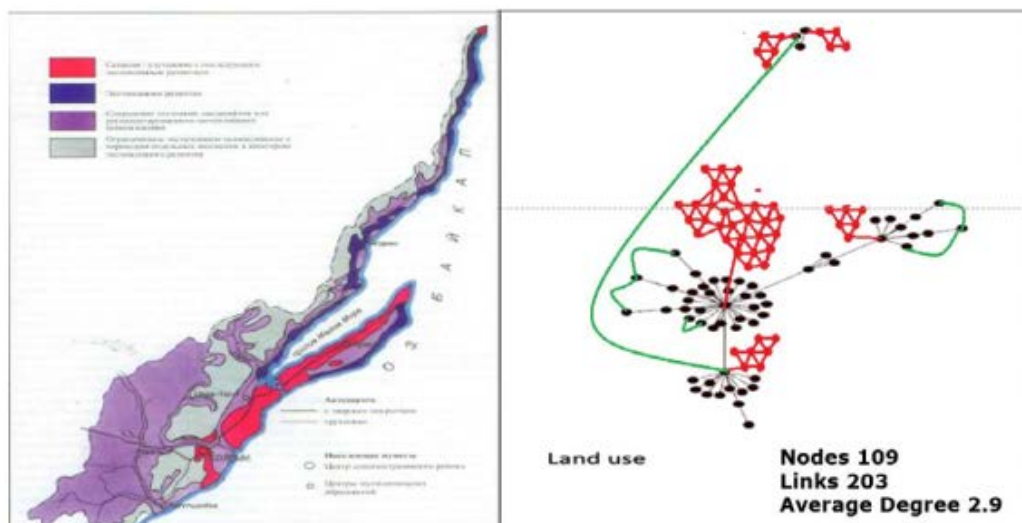


Рис. 6. Сетевая карта землепользования туристического подрайона (Ольхонский подрайон, Байкальская природная территория)

Экологические ограничения и запреты на строительство вносят изменения в образ жизни местного населения. Вместе с существующими ограничениями разрешено строить на ранее приобретенных участках, которые перепродаются инвесторам из других регионов. Из интервью с местным жителем, который первым открыл турбазу на острове Ольхон, о проблемах достижения консенсуса между местными жителями и экологических ограничениях: «Приехали какие-то москвичи, и кто-то из Красноярска покупает землю и качает деньги... Нужно ли это правительству? Нужно ли это Ольхону? Для того, чтобы кто-то пришел и загрузил деньги здесь. Для природы это плохо. Он даже не платит налоги должным образом. Налоги минимальны. Они все идут в ряд. Захвати эту землю. Зарабатывать деньги. Но для местного жителя это все равно одна и та же часть, когда мы говорим, что нам нужно спасать птиц, животных, но людям это не нужно, верно? Который вырос здесь. Получается так, что. И местный житель сегодня находится в гораздо худших условиях, чем тот, кто приехал. У него даже есть деньги. Стройте очистные сооружения сточных вод. А местный не будет строить, потому что у него нет денег. Разрушение продолжается...» (владелец туристического хостела, мужчина, 56 лет).

Сложная позиция национального парка на острове Ольхон отражена в интервью

с владельцем турбазы: «Хобой – территория национального парка, национальный парк является монополистом, поэтому ни местная администрация не имеет никакого влияния, и даже городской турист не имеет на них влияния и давления. В эти туалеты нельзя попасть. Так что все грязно и затопленный, никто не убирает, и огромное паломничество отправляется на мыс Хобой. Из туристов, каждый, кто приезжает на остров, сам посещает Хобой. Она шла много часов, 6-8 ч идти некуда туалет на самом Хобое» (владелица туристического хостела, женщина, 41 год). Конфликты между туристическим бизнесом и национальным парком происходят довольно часто. Например, как выразился один из опрошенных, «В прошлом году руководство национального парка сменилось, и, чтобы избежать каких-либо проблем, они решили полностью запретить проникновение через территорию парка. У нас есть только два маршрута. Один из них находится в южной части острова, которая обычно проходит через степную зону. Там нет леса. И еще одна – дорога на Хобой, которая проходит примерно через три километра леса. Другого способа обойти это нет. И машины там не останавливаются, там никто не разводит костры, чтобы приготовить чай или еду. И они просто запретили это. Хотя условия для разведения костров были соблюдены, чтобы не было

входа в лесную часть. Поэтому они были так перестрахованы, и не было никаких объяснений» (владелец туристического хостела, мужчина, 60 лет). Дорога была запрещена для проезда в апреле и вновь открыта только в июле, в результате чего местные предприятия были значительно лишены дохода в течение одного из главных месяцев туристического сезона.

Таким образом, основные проблемы, которые люди стремились обсудить в интервью, были выделены и проанализированы в соответствии с наиболее часто обсуждаемыми проблемами (таблица 2). Из анализа интервью (таблица 2) видно, что проблема жидких бытовых отходов волнует всех владельцев туристических центров, так как они связаны со штрафами и ограничениями на туристические услуги. Эта проблема в настоящее время является одной из наиболее острых; ее также ощущают некоторые местные жители, общественные лидеры и представители администрации.

Проблема взаимоотношений с Национальным парком волнует большинство опрошенных жителей и предпринимателей. Большинство туристов, приезжающих на Ольхон, посещают мыс Хобой. Маршрут в Хобой является самым популярным среди туристов, основным источником дохода для местных владельцев и водителей «таблеток», а также туристических гидов. Этот маршрут также входит в комплексные пакеты туров по озеру Байкал, поэтому, когда эта дорога закрывается национальным парком, страдают как бизнес-сообщество, так и местные жители, работающие в сфере туризма. Введенный на региональном/федеральном уровне запрет на вылов омуля затронул большинство жителей Ольхона, поскольку они ловили омуля для пропитания и продажи. Владельцы «Таблеток», местные жители и общественные лидеры отметили, что из-за сокращения количества рыбы и запрета этот вид дохода в настоящее время отсутствует.

Таблица 2

Основные проблемы, обсуждаемые людьми (В. Хужир)

Проблемы	Владельцы туристических хостелов (n = 5)	Водители «Таблеток» (n = 5)	Местные жители (n = 4)	Государственный служащий (n = 2)	Общественные лидеры (n = 3)	Цитаты респондентов
Жидкие бытовые отходы	5	0	3	2	3	«...убирай все отходы, ребята, как хочешь. Как вывезти, когда льда нет, а лед плохой?» «Ну, были скандалы, когда нарушителей ловили. Зимой, где-нибудь, когда ты не можешь пересечь Байкал...»
Отношения с национальным парком	4	4	3	1	3	«...Прежде всего, это отношения с национальным парком, потому что законы не идеальны. Это нас совсем не защищает» «Национальный парк запрещает все. Альтернативы нет»
Ограничения на рыбную ловлю	3	3	2	0	2	«Они ловили рыбу без контроля неводом, сетью и т.д., и на сегодняшний день рыбы нет. Завод закрыт» «Раньше была рыбалка, кто-то ловил рыбу, но теперь это запрещено, и рыба тоже не приходит...»

Сложные взаимоотношения между людьми, органами власти и законодательством требуют дополнительных инструментов анализа данных, таких как анализ сетевых данных (рисунок 6). При использовании сетевого анализа было обнаружено, что связывание крупнозернистых схожих областей создает сети с их свойствами без масштаба и малого мира. Такое связывание значительно уменьшает среднюю длину кратчайшего пути и оставляет достаточно большое значение среднего коэффициента кластеризации в построенных сетях, что делает их топологии очень сложными. Возможное обобщение карты дополняет некоторые детали и исправляет сетевые отпечатки, но не изменяет топологическую сущность выходной сети.

Крайне важно, чтобы концепции сетевой интеграции и сетевой интеграции, используемые в исследовании, сохраняли ключевую информацию, содержащуюся в NLRTD и NUNRTD, при преобразовании их в сети. Имеет смысл напомнить, что согласно Глоссарию ИТ Gartner и сопоставимому с его терминами «оцифровка» [5], мы характеризуем «сетевизацию» как использование концепции сети для изменения исследовательской или практической модели и, таким образом, достижения новых достижений во многих измерениях; это метод перехода к более сетевому пространству и обществу в целом. С другой стороны, «сетевизация» – это просто переход от обычной базовой сетевой формы к чистой сети. Чтобы сделать это более понятным, сетевизация берет естественную систему (или отдельный процесс или объект внутри нее) и преобразует ее в сетевую структуру без каких-либо принципиальных изменений в системной сущности. Таким образом, сетевизация применяется только к сетеподобным системам, но системы, не похожие на сеть, требуют процесса сетевизации. Ценная информация, содержащаяся в NLRTD и NUNRTD, должна быть легко передана в виде сложных сетевых функций, т. е. для характеристики наборов соответствующих показателей, которые уточняются с помощью соответствующего сетевого анализа.

Популярность озера Байкал как туристического направления растет с каждым годом. Наши исследования показывают, что отсутствие необходимой инфраструктуры

не останавливает людей, желающих познаться с этими местами. Многие кемпинги работают неофициально, и виды туристической деятельности, такие как гиды, пассажиры, прокат лодок, велосипедов и т.д., также являются неофициальными. В результате обостряются экологические проблемы, связанные с деятельностью человека, проблемы мусора, отходов и т.д. Федеральные и региональные власти ввели ограничения на выделение земельных участков местному населению, и в то же время отсутствие ограничений на строительство новых туристических центров для решения этих проблем не учитывает социальные последствия безработицы и отсутствия экономических возможностей для местных сообществ.

Учитывая сложность переплетения социальных, экономических и экологических проблем, в данной статье предлагается изучить проблемы анализа неформальной деятельности и взаимоотношений между субъектами туристической деятельности с использованием сетевого анализа.

Что касается общего использования сетей, имеет смысл подчеркнуть, что они привносят дополнительные перспективы в анализируемые нами данные. Более того, именно особенность представления данных делает это представление «многомерным» (т. е. Мы представляем данные в цифрах, таблицах, картах, диаграммах, а также в сетях).

Примеры сетевого взаимодействия (сетевизация), представленные выше, довольно просты.

Отображение NLRTD и NUNRTD в мультиплексы [6] или в структуры stem [7] может быть предложено в качестве перспективной концепции для анализа более запутанных туристических систем с различных точек зрения. Даже несколько разные мультиплексы (многослойные) и сети stem (например, в их комбинированном формате) являются уточняющими моделями, которые разделяют отношения между участниками одного и того же рода на соответствующие области (как для случаев сетевого взаимодействия, так и для случаев сетевого взаимодействия).

Эти модели были разработаны как надежная платформа для изучения сложных систем с участием многих субъектов во многих областях, включая живые существа, искусственные и природные объекты, общества людей и роботов и другие [8].

Сбор, хранение и анализ больших данных в текстовом формате и в форме пространственно-временных записей требуют эффективных и действенных методов и инструментов для изучения и использования их в региональных, национальных и международных целях.

Создание сетей посредством объединения в сеть и создания сетей сопряжено с заметными проблемами в отношении извлечения соответствующих данных из огромных информационных ресурсов, которые включают сетевые отпечатки для каждого файла.

Обработка больших данных NURTD с сопоставлением сетевых показателей обеспечивает значительно эффективную процедуру поиска в области туризма.

Отличным инструментом для реализации этой процедуры является Neo4j, который содержит платформу сетевой базы данных, предоставляющую критически важные корпоративные услуги.

В отличие от реляционных баз данных со статическими таблицами, пользователь имеет дело с универсальной сетевой структурой узлов и связей, и, как следствие, Neo4j предлагает преимущества, особенно в производительности.

Предложенная нами сетевая платформа позволяет рассмотреть огромный набор взаимодействующих элементов социально-техно-экологической системы для поддержки ее функциональности и устойчивости.

Дело в том, что взаимосвязь между развитием рекреации/туризма и устойчивым социально-экономическим развитием существует, но ее характер до сих пор был расплывчатым и неясным.

Наш подход направлен на прояснение этих внутренних взаимосвязей и, таким образом, мониторинг и управление процессом для поддержки этой устойчивости. Следующим шагом является формализация сложной структуры BNT с помощью сетевых технологий и инструментов.

Несмотря на то, что Байкал находится в центре научных и практических интересов, исследователи оперируют в основном качественной и описательной информацией, чтобы обеспечить его устойчивое управление [9].

Комплексная платформа, которую мы разрабатываем, привносит более формальные количественные методы и инстру-

менты в сетевой формат, который является наиболее эффективным и действенным для сравнения различных объектов, состоящих из множества компонентов. Некоторые примеры этого подхода были разработаны и продемонстрированы в ссылках [10].

Даже такие системы, как BNT, требуют технологий больших данных во всех отношениях, однако только высококвалифицированные специалисты в области естественных наук используют соответствующие подходы и методы для изучения озера Байкал, например, в акустике [11], в частности, водорослей и диатомовых водорослей [12]. Предлагаемая платформа позволяет преобразовывать большие данные в сети в широком спектре доменов, что поддерживает устойчивость BNT. Эти данные в сетевом формате могут быть использованы для дальнейшего рассмотрения, с тем чтобы углубить проблему и обеспечить ее многомерный анализ.

Сетевое взаимодействие открывает перспективу для выявления свидетельств угроз на региональном, национальном и глобальном уровнях, вызванных антропогенными и природными факторами.

Анализ безопасности BNT имеет большее значение: он требует предварительного построения комплексной сетевой модели территории с взаимосвязанными компонентами социального, экономического и экологического характера. Следующим шагом в развитии текущего исследования является тестирование модели с рядом топологических угроз, как независимых, так и агрегированных [13]. Кроме того, особый интерес может представлять разъяснение угроз, которые туризм создает для социально-культурных, экономических и экологических компонентов в их взаимосвязи.

Выводы

Это исследование представляет собой дополнительную точку зрения для более глубокого анализа региональных особенностей туризма. В этой связи приведенные в качестве примера NLRTD по транспорту и NURTD по ландшафту (периодически отслеживаемые) представляют ценность для регионального управления туризмом. Более того, эти и другие данные о смежных отраслях и видах деятельности, преобразуемые в сетевую форму, дают большие преимущества для высокопроизводительной обра-

ботки больших данных. Руководство предоставляет лицам, принимающим решения, своевременную, конфиденциальную информацию о положительных и отрицательных тенденциях в различных региональных процессах, их взаимосвязях и взаимозависимостях. После этого общество в целом способно противодействовать угрозам устойчивости региональных социально-экологических систем.

Такие природные территории, как БНТ, включают социально-экономические и экологические элементы и находятся под угрозой воздействия различных факторов. В этой связи система должна противодействовать разнообразным угрозам в целом и обеспечивать устойчивость. Формальное представление системы в виде взаимосвязанного мультиплекса или сети *stem* позволит дополнительно оценить топологическую уязвимость. Кроме того, были обнаружены слабые структурные компоненты, которые повышают его надежность и даже делают систему активной.

Чтобы обобщить все вышеупомянутые утверждения, имеет смысл подчеркнуть, что выполненная работа оправдывает необходимость уделять внимание природе и особенностям сетевых данных, а также тем структурам, которые выглядят отличными от сетей, но имеют сетевую структуру.

Концепция поощряет исследователя не избегать и не отвергать всю многогранную взаимосвязанную информацию, а сохранять свойства сети для дальнейшей обработки и применения в выбранной области туризма как чувствительного компонента социально-экологической системы.

Будучи междисциплинарной, проблема устойчивости таких сложных систем, как БНТ, требует решения в рамках всеобъемлющей сетевой парадигмы, что требует тщательного изучения в ее многомерности.

Наконец, мы понимаем, что сетевое представление стимулирует экспертов сосредоточиться на внутренних взаимосвязях внутри данных, чтобы сделать выводы более надежными.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и МОНХСМ в рамках научного проекта № 20-57-44002 «Междисциплинарная сетевая платформа моделирования социально-экономических и экологических процессов на трансграничных территориях РФ и Монголии с ограниченной транспортной доступностью».

Библиографический список

1. Miguéns J., Mendes J.F.F. Travel and tourism: Into a complex network. *Phys. A Stat. Mech. Its Appl.* 2008. № 387. P. 2963–2971.
2. Нина О., Россодивита А., Тихомиров А., Труфанов А. Сетевая интеграция объектов, отличных от сетей: как сохранить закодированную информацию. *Создать. Интеллект. Технол. Наука о данных.* 2019. P. 143–151.
3. Lee J.W., Maeng S.E., Ha G.-G., Lee M.H., Cho E.S. Applications of Complex Networks on Analysis of World Trade Network. *J. Physics Conf. Ser.* 2013. № 410. P. 012063.
4. Семенов А., Манцарис А.В., Николаев А., Веремьев А., Вейялайнен Д., Пасильяо И.Л., Богинский В. Исследование ландшафта социальных сетей на постсоветском пространстве. *IEEE Access* 2018. № 7. P. 411–426.
5. Gadek G., Pauchet A., Brunessaux S., Khelif K., Grilheres B. AI techniques to analyse a social network on text, user and group level: Application on Galaxy2. In *Proceedings of the 4ème Conférence sur les Applications Pratiques de L'Intelligence Artificielle (APIA2018)*, Nancy, France, 2–6 July, 2018.
6. Wu Q., Zhu W. Toward a generalized theory of epidemic awareness in social networks. *Int. J. Mod. Phys. C.* 2017. № 28. P. 1750070.
7. Newman M.E.J. The Structure and Function of Complex Networks. *SIAM Rev.* 2018. № 45. P. 167–256.
8. Dirnberger M., Kehl T., Neumann A. NEFI: Network Extraction from Images. *Sci. Rep.* 2017. № 5. P. 15669.
9. Заиди Ф. Анализ, структура и организация сложных сетей. Сетевая и Интернет-архитектура; Université Sciences et Technologies – Bordeaux I, 2020. English.tel-00542703; 152п. URL: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00542703/PDF/FarazZaidiThesis.pdf> (дата обращения: 1.06.2020).

10. Кинаш А., Труфанов Н., Берестнева О.Г. Общая топологическая среда железнодорожной сети России. Ж. Физика: конф. Сер. 2017. № 803. Р. 12165.
11. Glotin H., Poupard M., Marxer R., Ferrari M., Ricard J., Roger V., Patris J., Malige F., Giraudet P., Prevot J.-M. et al. Big Data Passive Acoustic for Baikal Lake Soundscape & Ecosystem Observatory. In Russian-French Workshop in Big Data and Applications, Russia, Moscow, 12–13 October 2017; HSE Publishing House: Moscow, 2018. P. 21–44. URL: https://www.hse.ru/data/2018/10/04/1157264869/Proceedings_Russian_French_Workshop.pdf (дата обращения: 1.06.2020).
12. Roberts S.L., Swann G.E.A., McGowan S., Panizzo V., Vologina E.G., Sturm M., Mackay A.W. Diatom evidence of 20th century ecosystem change in Lake Baikal, Siberia. PLoS ONE 2018. № 13. P. e0208765.
13. Галиндо Ф., Дмитриенко Н.В., Карузо А., Россодивита А., Тихомиров А.А., Труфанов А.И., Шубников Е.В. Моделирование совокупных атак на сложные сети // Информационная безопасность. 2010. № 3. С. 115–121.