ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЛАНДШАФТОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ К АЭРОТЕХНОГЕННОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

А.Н. Огурцов, В.В. Дмитриев
Институт наук о Земле СПбГУ
г. Санкт-Петербург, Россия, aogurtsov@yandex.ru

GEOINFORMATION ANALYSIS AND ASSESSMENT OF POTENTIAL RESISTANCE OF LANDSCAPE VEGETATION OF THE LENINGRAD REGION TO AERIAL CONTAMINATION

A.N. Ogurtsov, V.V. Dmitriev
Institute of Earth Sciences SPbU
Saint Petersburg, Russia, aogurtsov@yandex.ru

Abstract The paper presents results of research on integrated assessment of the potential resistance of vegetation to air pollution. The theoretical basis for the integrated assessment is a promising methodology for analysis and synthesis of parameters at information deficiency (ASPID) proposed by the authors. On the basis of GIS-technology with use of integrated estimates the model of the map of estimated zoning of the territory of the Leningrad region is developed.

Keywords: Leningrad region, air pollution, resistance of vegetation, GIS-technology, ASPID.

Введение. Научный интерес к проблеме оценки устойчивости и изменчивости геосистем различных уровней иерархии, как отмечено в работе [9], сформировался в конце 1960-х – начале 1970-х гг. Это было обусловлено не только успехами, достигнутыми классической экологией и бурным развитием математической экологии, но и необходимостью получения количественных оценок безопасных (критических) нагрузок на ландшафты и развития количественных методов оценки интегративных свойств сложных систем в природе и обществе. В последние годы показано, что для анализа состояния систем (экологическая регламентация) и их ответной реакции на воздействие (экологическое, экосистемное нормирование) целесообразно использовать кроме аддитивных характеристик и неаддитивные, среди которых в последнее время чаще других упоминаются «интегративность» или «целостность». В англоязычной литературе это синонимы и в сочетании с прилагательными «биологическая» или «экологическая» образуют «biological integrity» или «ecological integrity», а в русском языке переводятся как «биологическая целостность» или «экологическая целостность». Оценка биологической и экологической целостности на западе часто рассматривается как способ определения «здоровья экосистемы», а «здоровье экосистемы» в основном связывают с ее устойчивостью, и если устойчивость нарушена, то такая экосистема, по мнению исследователей, теряет свой исходный (здоровый) статус. По нашему мнению определение экологического благополучия требует аксиологического подхода, должно базироваться на интегральном оценивании и не сводится к оценке устойчивости. Но оценка устойчивости системы к изменению параметров естественного и антропогенного режимов функционирования является составной частью такого оценивания.

Постановка проблемы. С решением проблемы количественной оценки устойчивости неразрывно связана и проблема экологического нормирования, основным содержанием которой является поиск *нормы состояния* природной экосистемы, *нормы воздействия* на нее и ответной реакции экосистем на внешнее воздействие [6, 7]. Следует подчеркнуть, что к настоящему времени в практику нормирования прочно вошли санитарно-гигиенические регламенты и нормативы. Существующие же экологические критерии безопасности окружающей среды еще не достаточно разработаны, и носят зачастую ориентировочный рекомендательно-методический характер. В частности в материалах НИИ охраны атмосферного воздуха [15] на основе анализа и обобщения нормативных документов и литературных данных дается перечень чувствительных к загрязнению атмосферы растительных сообществ, который может быть представлен ранжированным в порядке уменьшения чувствительности⁷ рядом:

лишайники (мхи) > хвойные деревья > лиственные деревья > травянистые растения > злаки.

Среди составленного авторами определяющего перечня поллютантов, обладающих токсическим действием на фитоценозы, выделены: диоксид серы, взвешенные вещества, оксиды азота, фтор и соединения фтора, хлор, озон и аммиак, для которых предлагаются ориентировочные экологические нормативы качества воздуха. Необходимо отметить, что токсические свойства указанных веществ, от которых зависит чув-

⁷ С оговоркой, которая, как правило, отсутствует в публикациях, о том, что наиболее чувствительные к определенному типу воздействия растительные сообщества являются и наиболее уязвимыми к внешнему воздействию данного типа. Они же являются и наименее устойчивыми к изменению параметров режимов своего функционирования, связанного с данным типом воздействия.

ствительность растений, также различны. Согласно [22] по степени токсичности для растений вещества располагаются в убывающем порядке:

Как правило, растительный покров по своему составу и чувствительности к загрязнению неоднороден, а в спектре загрязнения атмосферы присутствуют группы загрязнителей с различной степенью токсичности. В первом случае предлагается учитывать состояние преобладающих флористических сообществ, обуславливающих устойчивый режим функционирования ландшафтных видов, чувствительность которых значительно отличается от чувствительности группы [15].

Во втором случае, когда приходится учитывать не только множество загрязняющих веществ, но и интервальную (порядковую) информацию о степени токсичности загрязнителей, возникает необходимость использования новых методических приемов построения интегральных показателей устойчивости растительности к антропогенному загрязнению.

Материалы и методы исследования. В качестве базовой методики для решения широкого круга задач нами апробировалась методика построения сводного показателя, базирующаяся на основных принципах АСПИД-методологии [21]. Ретроспективный анализ результатов выполненных эколого-географических исследований позволяет говорить о том, что данная методика может успешно применяться для оценки:

- благоприятности природных условий для проживания населения [1];
- озерных систем на основе системы модельных индексов внешнего водообмена [16];
- экологического состояния и зонирования городской территории [12];
- устойчивости почвенного покрова к загрязнению нефтяными углеводородами [18];
- экологического благополучия аквальных экосистем [5, 13, 18];
- изменений поступления речных вод на шельф моря Лаптевых [5];
- интегральной оценки качества среды и качества жизни населения [2, 6, 20];
- интегральной оценки экологической целостности геосистем [14].

Методические приемы интегрального оценивания прошли апробацию при исследовании и оценке устойчивости растительности модельной территории [17] и в зоне активного техногенного воздействия [11].

На базе АСПИД-метода разработана система интегральной оценки «Geo_Expert», позволяющая проводить анализ и оценку эмерджентных свойств геосистем с использованием нечисловой, неточной и неполной информации [3].

Отработана технология системной интеграции методики анализа и синтеза показателей при информационном дефиците на базе системы «Geo_Expert» с одной стороны и геоинформационных систем с другой [17]. Применение данной технологии по построению интегральных оценок неаддитивных свойств геосистем и их геопространственного анализа и моделирования позволяют получать атрибутивную информацию по устойчивости, привязанную к контурам растительных сообществ. Накопленный опыт был использован при выполнении грантов РФФИ⁸.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе выполнения проекта для территории субъекта Российской Федерации – Ленинградской области была апробирована методика интегральной оценки и создания компьютерных синтетических картографических моделей с использованием интегральных показателей. Основное внимание было уделено оценке потенциала антропогенной устойчивости растительного покрова, как одного из основных компонентов ландшафта. В качестве базовой картографо-информационной основы по растительности использованы данные геопортала «Невский край»⁹. Анализ данных показал, что в структуре растительного покрова ландшафтов Ленинградской области представлены как хвойные и мелколиственные леса, так и растительность сельскохозяйственных земель и лугов. В целом в спектре растительности выделяется 17 растительных сообществ и групп, которые учитывались при оценке и картографировании потенциальной устойчивости.

Источником данных по загрязнению атмосферы служили материалы Комитета по природным ресурсам Ленинградской области¹⁰. Анализ этих материалов выявил в спектре загрязнения ряд загрязнителей, для которых рекомендованы экологические ограничения. Это: диоксид серы, взвешенные вещества, оксиды азота, фтор и его газообразные соединения, хлор (хлористый водород) и аммиак. Указанный перечень был использован для расчета интегрального показателя антропогенного потенциала устойчивости.

В качестве методической базы по экологическому нормированию качества атмосферного воздуха и чувствительности растительности использованы материалы НИИ охраны атмосферного воздуха.

Подготовка атрибутивных (табличных) данных по загрязнителям и расчет интегрального показателя устойчивости осуществлялись в системе Geo_Expert с помощью обращения и работы с электронными таб-

⁸ Грант РФФИ № 13-05-00648-а

⁹ <http://www.geoportalenewsky.spbu.ru/maps.html>

¹⁰ О состоянии окружающей среды Ленинградской области СПб. 2013, 254 с.

лицам типа MSExcel. При расчете интегрального показателя учитывалась значимость отдельных поллютантов согласно выражению:

$$Q = \sum_{i=1}^m q_i w_i,$$

где q_i – отдельный показатель устойчивости растительности, представляющий собой некоторую числовую функцию $q_i = q_i(x_i)$ исходных характеристик (поллютантов); w_i – весовые коэффициенты, характеризующие значимость отдельных показателей для интегральной оценки. При обосновании и расчете значений весовых коэффициентов в программе учитывалась ординальная информация о токсичности элементов.

Интегральные показатели из программы Geo_Expert импортировались и привязывались к пространственным данным (контурам растительности) в среде ГИС MapInfo посредством SQL-запроса по ключевым полям – номеру растительного контура.

Проведенные построения и расчеты позволили получить количественные оценки потенциала устойчивости растительных сообществ к аэротехногенному загрязнению. Обработка данных, полученных из программы Geo Expert, средствами ГИС MapInfo была положена в основу пространственной оценки изменений потенциальной устойчивости растительности к аэротехногенному загрязнению (рис. 1).

Рис. 1. Пространственное изменение потенциальной устойчивости растительности к аэротехногенному загрязнению на территории Ленинградской области

Картографическое отображение (рисунок) результатов расчета и их ГИС-анализ показали, что в ландшафтах Ленинградской области в целом доля неустойчивых и крайне неустойчивых к загрязнению атмосферы растительных сообществ в структуре растительности составляет по площади не менее 46%. В восточных районах области и на Карельском перешейке доля неустойчивых и крайне неустойчивых сообществ может достигать до 50–70 %. На юге области уже преобладают сообщества с более высокими показателями устойчивости ($Q > 0,232$), доля которых может достигать до 70%.

Выводы. Как показали результаты работы эффективное решение задач по оценке, визуализации и прогнозу изменения устойчивости растительного покрова к атмосферному загрязнению возможно в рамках интеграции АСПИД-методологии и ГИС-технологии, как основы для пространственного анализа состояния и антропогенных трансформаций геосистем с использованием нечисловой, неполной, неточной информации. В рассмотренном примере на основе учета достаточно большого перечня растительных сообществ и их разных реакций на загрязнение многими поллютантами по величинам интегральных показателей выявлены близкие последствия антропогенной трансформации геосистем на значительной по площади территории, обусловленные угнетением растительных сообществ. Эти исследования могут быть продолжены для получения количественной оценки рисков наступления антропогенных трансформаций геосистем и ландшафтов.

Отметим перспективность рассмотренного подхода для оценки интегративных свойств сложных систем в при-

роде и обществе. Преимущества рассмотренных моделей и предложенной методики заключаются в том, что исследователь работает с натуральными оценочными шкалами репрезентативных критериев, вводит классы устойчивости и формирует оценочные (нумерические, квалитетические) шкалы, вводит несколько уровней свертки показателей, моделирует веса (приоритеты) оценивания внутри уровней и между ними и может менять их при необходимости. Выбирает вид интегрального показателя, решает проблему нормирования исходных данных с учетом вида связи и ее нелинейности, учитывает как количественную, так и качественную информацию о показателях и приоритетах оценивания. Использование моделей возможно на основе метода сводных показателей или метода рандомизированных сводных показателей в среде ГИС. Это позволяет получать результаты районирования или зонирования территорий (акваторий) по величинам интегральных показателей состояния, устойчивости, благополучия сложных систем в природе и обществе; прослеживать их временную динамику и пространственные различия [10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК REFERENCES

1. *Александрова Л.В., Васильев В.Ю., Огурцов А.Н.* Географическая экспертная система оценки благоприятности природных условий для проживания населения / ГИС для устойчивого развития территорий // Материалы Международной конференции. InterCarto 6, Апатиты, Россия, 22–24 августа 2000 г. Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН, 2000. – Т. 2. – С. 116–125.

Aleksandrova L.V., Vasil'ev V.Ju., Ogurcov A.N. Geograficheskaja jekspertnaja sistema ocenki blagoprijatnosti prirodnyh uslovij dlja prozhivaniya naselenija / GIS dlja ustojchivogo razvitija territorij // Materialy Mezhdunarodnoj konferencii. IpterSagto 6, Apatity, Rossija, 22–24 avgusta 2000 g. Apatity : Izdatel'stvoKol'skogonauchnogocentraRAN, 2000. – Т. 2. – S. 116–125. (in Russian).

2. *Боблакова Л.М., Дмитриев В.В.* Интегральная оценка качества жизни населения г. Санкт-Петербурга и г. Москвы // Научный журнал Российской Академии Естествознания "Международный журнал экспериментального образования", 2014, №3 Часть 1, с.91–95.

BoblakovaL.M., DmitrievV.V. Integral'najaocenkakachestvazhizninaselenijag. Sankt-Peterburgaig. Moskvu // NauchnyjzhurnalRossijskoj Akademii Estestvoznaniya "Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovaniya", 2014, №3 Chast' 1, s.91–95. (in Russian).

3. *Васильев В.Ю., Огурцов А.Н., Хованов Н.В.* Организация специализированных приложений для ГИС на принципах АСПИД-методологии//Устойчивое развитие территорий: геоинформационное обеспечение и практический опыт. Материалы международной конференции Интеркарто 10. Владивосток (Россия) – Чаньчунь (КНР) 2004. С.134–143.

Vasil'ev V.Ju., Ogurcov A.N., Hovanov N.V. Organizacija specializirovannyh prilozhenij dlja GIS na principah ASPID-metodologii //Ustojchivoe razvitie territorij: geoinformacionnoe obespechenie i prakticheskij opyt. Materialy mezhdunarodnoj konferencii Interkarto 10. Vladivostok (Rossija) – Chan'chun' (KNR) 2004. s.134–143. (inRussian).

4. *ВасильевВ.Ю., ДмитриевВ.В., ЖировА.И., ОгурцовА.Н., ЗеленковВ.М., МискевичИ.В., МашкинЮ.Л.* Геоинформационный анализ и зонирование акватории Баренцева моря по степени экологического благополучия на участке проектирования нефтеналивного терминала в районе мыса Святой Нос (восточный) // ИнтерКарто - ИнтерГИС 15: устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. / Материалы Международной конференции Пермь–Гент, 25 июня – 5 июля 2009. Пермь: ПГУ, 2009. Т. 2. С. 303–310.

Vasil'ev V.Ju., Dmitriev V.V., Zhirov A.I., Ogurcov A.N., Zelenkov V.M., Miskevich I.V., Mashkin Ju.L. Geoinformacionnyj analiz i zonirovanie akvatorii Barenceva morja po stepeni jekologicheskogo blagopoluchija na uchastke proektirovaniya neftenalivnogo terminala v rajone mysa Svjatoj Nos (vostochnyj) // InterKarto - InterGIS 15: ustojchivoe razvitie territorij: teorija GIS i prakticheskij opyt. / Materialy Mezhdunarodnoj konferencii Perm'-Gent, 25 ijunja – 5 ijulja 2009. Perm': PGU, 2009. Т. 2. S. 303–310. (in Russian).

5. *Васильев В.Ю., Дмитриев В.В., Огурцов А.Н.* Многокритериальная оценка и ГИС-реконструкция изменений поступления речных вод на шельф моря Лаптевых // ИнтерКарто-ИнтерГИС 17: Устойчивое развитие территорий: Теория ГИС и практический опыт Материалы Международной конференции. Белокуриха, Денпасар 14–19 декабря 2011 с. 47–51

Vasil'evV.Ju., DmitrievV.V., OgurcovA.N. Mnogokriterial'naja ocenka I GIS-rekonstrukcija izmenenij postuplenija rechnyh vod na shelf' morja Laptevyyh // InterKarto-InterGIS 17: Ustojchivoeraz-vitiiterritorij: Teorija GIS I prakticheskij opyt Materialy Mezhdunarodnoj konferencii. Belokuriha, Denpasar 14–19 dekabrja 2011 s. 47–51. (in Russian).

6. *Дмитриев В.В.* Экологическое нормирование состояния и антропогенных воздействий на природные экосистемы // Вестник СПбГУ, сер 7, 1994, вып. 2(№14). С. 60–70.

Dmitriev V.V. Jekologicheskoe normirovanie sostojanija i antropogennyh vozdejstvij na prirodnye jekosistemy//VestnikSPbGU, ser 7, 1994, vyp. 2(№14). С 60–70. (in Russian).

7. *Дмитриев В.В.* Методика диагностики состояния и устойчивости водных экосистем // Эколого-географический анализ состояния природной среды: проблема устойчивости геоэкосистем. Под ред. П.П. Арапова и Ю.П. Селиверстова. – СПб.: Изд-во РГО, 1995. С. 41–67.

Dmitriev V.V. Metodika diagnostiki sostojanija iustojchivosti vodnyh jekosistem // Jekologo-geograficheskij analiz sostojanija prirodnoj sredy: problema ustojchivosti geojekosistem. Pod red. P.P. ArapovaiJu.P. Seliverstova. – SPb.: Izd-voRGO, 1995. S. 41–67. (in Russian).

8. *Дмитриев В.В.* Современное экологическое состояние водных объектов карельского Приладожья и его сравнение с ретроспективными данными // Научно-теоретический журнал Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета №33. – СПб.: РГГМУ, 2014, с.102–118.

DmitrievV.V. Sovremennoe jekologicheskoe sostojanie vodnyh objektov karel'skogo Priladozh'ja I ego sravnenie s retrospektivnymi dannymi // Nauchno-teoreticheskij zhurnal Uchenye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta №33. – SPb.: RGGMU, 2014, s.102–118. (in Russian).

9. *Дмитриев В.В., Огурцов А.Н.* Подходы к оценке и ГИС-картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. I. Интегральная оценка устойчивости наземных и водных геосистем. Вестник СПбГУ, серия 7, вып.3, 2012, с.65–78.

DmitrievV.V., OgurcovA.N. Podhody k ocenke I GIS-kartografirovaniy uustojchivosti I jekologicheskogo blagopoluchija geosistem. I. Integral'naja ocenka ustojchivosti nazemnyh I vodnyh geosistem. Vestnik SPbGU, serija 7, vyp.3, 2012, s.65–78. (in Russian).

10. *Дмитриев В.В., Огурцов А.Н.* Подходы к оценке и ГИС-картографированию устойчивости и экологического благополучия геосистем. III. Интегральная оценка устойчивости почвы и наземных геосистем. Вестник СПбГУ, серия 7, вып.4, 2014, с. 114–130.

Dmitriev V. V., Ogurtsov A. N. Podhody k ocenke i GIS-kartografirovaniyu ustojchivosti i jekologicheskogo blagopoluchija geosistem. Integral'naja otsenka ustojchivosti pochvy i nazemnyh geosistem. Vestnic SPbGU, serija 7, vyp.4, 2014, p.114–130. (In Russian).

11. *Дмитриев В. В., Огурцов А. Н., Афонин А. Н., Машкин Ю. Л.* Оценка устойчивости растительного покрова в зоне активного техногенного воздействия с использованием ГИС-технологий // ИнтерКарто – Интер-ГИС 10: устойчивое развитие территорий: геоинформационное обеспечение и практический опыт. Материалы Международной конференции Владивосток–Чанчунь(КНР), 12–19 июля 2004 г. Владивосток, 2004. С. 165–170.

Dmitriev V.V., OgurcovA.N., Afonin A.N., Mashkin Ju.L. Ocenka ustojchivosti rastitel'nogo pokrova v zone aktivnogo tehnogennoho vozdejstvija s ispol'zovaniem GIS-tehnologij // InterKarto- InterGIS-10: ustojchivoe razvitieterritorij: geoinformacionnoe obespechenie i prakticheskij opyt. Materialy Mezhdunarodnoj konferencii Vladivostok–Chanchun'(KNR), 12–19 ijulja 2004 g. Vladivostok, 2004. S. 165–170. (in Russian).

12. *Дмитриев В. В., Огурцов А. Н., Васильев В. Ю.* Использование геоинформационных технологий при экологическом зонировании городской территории // ИнтерКарто-ИнтерГИС-11: устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы Международной конференции Ставрополь–Домбай–Будапешт, 25 сентября – 3 октября 2005 г. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2005. С. 308–312.

Dmitriev V.V., Ogurcov A.N., Vasil'ev V. Ju. Ispol'zovaniegeoinformacionnyhtehnologijpri jekologicheskonzonirovaniigorodskojterritorii // InterKarto- InterGIS-11: ustojchivoerazvitieterritorij: teori-jaGISiprakticheskijopyt. MaterialyMezhdunarodnojkonferenciiStavropol'–Dombaj–Budapesht, 25 sentjabrja – 3 oktjabrja 2005 g. Stavropol': Izd-voSGU, 2005. S. 308–312. (in Russian).

13. *Дмитриев В.В., Боблакова Л.М.* Интегральная оценка качества жизни населения в регионах России // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право: Сб. тр. Международной научно-практической конференции «Инфогео 2014»./Вып. 3 (14) / Под ред. д.т.н., проф. Истомина Е.П. – СПб: ООО «Андреевский издательский дом» – 2014 г., с.38–44.

DmitrievV.V., BoblakovaL.M. Integral'naja ocenka kachestva zhizni naselenija v regionah Rossii // Informacionnye tehnologi i isistemy: upravlenie, jekonomika, transport, pravo: Sb. tr. Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Infogeo 2014»./Vyp. 3 (14) / Podred. d.t.n., prof. IstominaE.P. – SPb: ООО «Andreevskijizdatel'skijdom» – 2014 g., s.38–44. (in Russian).

14. *Дмитриев В.В., Дмитриев Н.В., Воскресенская В.А., Фролова А.Д., Кожеев Ю.Р.* Развитие методологии интегральной оценки экологической целостности геосистем. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований №8, 2014, с.78–85.

DmitrievV.V., DmitrievN.V., VoskresenskajaV.A., FrolovaA.D., KozhekoJu.R. Razvitie metodologii integral'noj ocenki jekologicheskoy celostnosti geosistem. // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij №8, 2014, s.78–85. (in Russian).

15. *Коплан Дикс В.А., Алехова М.В.* К вопросу разработки экологических нормативов качества атмосферного воздуха // Научно-исследовательский институт охраны атмосферного воздуха. 2009. URL: <http://iaap.narod.ru/stkDiks.htm> (дата обращения 20.11.2002)

Koplan_Diks V.A., Alehova M.V. K voprosu razrabotki jekologicheskikh normativov kachestva atmosfernogo vozduha // Nauchno-issledovatel'skij institute ohrany atmosfernogo vozduha. 2009. URL: <http://iaap.narod.ru/stkDiks.htm> (data obrashhenija 20.11.2002). (in Russian).

16. *Мякишева Н.В., Огурцов А.Н.* Картографирование территорий с различным типом увлажнения на основе системы модельных индексов внешнего водообмена озерных систем// ГИСдля устойчивого развития территорий / Материалы Международной конференции InterCarto-9. Новороссийск–Севастополь, 27–29 июня 2003 г. Севастополь.2003. с. 221–226

Mjakisheva N.B., Ogurcov A.N. Kartografirovanie territorij s razlichnym tipom uvlazhnennosti na osnove sistemy model'nyh indeksov vneshnego vodoobmena ozernyh sistem// GIS dlja ustojchivogo razvitija territorij / Materialy Mezhdunarodnoj konferencii InterCarto-9. Novorosijsk – Sevastopol', 27–29 ijunja 2003 g. Sevastopol'. 2003. s. 221–226. (in Russian).

17. *Огурцов А.Н., Хованов Н.В.* АСПИД-картографирование оценок экологического состояния и устойчивости географических систем// ГИС для устойчивого развития территорий/ Материалы Международной конференции InterCarto9. Новоросийск–Севастополь 27–29 июня 2003 г. Севастополь. 2003. с. 370–377.

Ogurcov A.N., Hovanov N.V. ASPID-kartografirovanie ocenok jekologicheskogo sostojanija i ustojchivosti geograficheskikh sistem// GIS dlja ustojchivogo razvitija territorij/ Materialy Mezhdunarodnoj konferencii InterCarto9. Novorosijsk–Sevastopol' 27–29 ijunja 2003 g. Sevastopol'. 2003. s. 370–377. (in Russian).

18. *Огурцов А. Н., Разживин В. Ю., Пигольцина Г. Б., Хованов Н. В.* Геоинформационный анализ и синтез показателей устойчивости почвенного покрова к загрязнению нефтяными углеводородами при информационном дефиците // ИнтерКарто- ИнтерГИС-13: устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы Международной конференции Ханты-Мансийск–Йеллоунайф, 12–24 августа 2007 г. Ханты-Мансийск: Изд-во Полиграфист, 2007. Т. 1. С. 189–196.

Ogurcov A. N., Razzhivin V. Ju., Pigol'cina G. B., Hovanov N. V. Geoinformacionnyj analiz i sintez pokazatelej ustojchivosti pochvennogo pokrova k zagrjazneniju neftjanymi uglevodorodami pri informacionnom deficite // InterKarto- InterGIS-13: ustojchivoe razvitie territorij: teorija GIS i prakticheskij opyt. Materialy Mezhdunarodnoj konferencii Hanty-Mansijsk–Jellounajf, 12–24 avgusta 2007 g. Hanty-Mansijsk: Izd-vo Poligrafist, 2007. T. 1. S. 189–196. (in Russian).

19. *Огурцов А.Н.* Многокритериальная оценка и геоинформационный анализ экологического благополучия водной экосистемы моря Лаптевых (палео аспект) // ИнтерКарто-ИнтерГИС-18: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы международной конференции Смоленск (Россия)–Сен-Дье-де-Вож (Франция) 26 июня – 4 июля 2012 г. – г. Смоленск, – 2012. – С. 532 стр., 359–361, 517.

Ogurcov A.N. Mnogokriterial'naja ocenka I geoinformacionnyj analiz jekologicheskogo blagopoluchija vodnoj jekosistemy morja Laptevych (paleoaspekt) // InterKarto-InterGIS-18: Ustojchivoe razvitieteritorij: teorija GIS i prakticheskij opyt. Materialy mezhdunarodnoj konferencii Smolensk (Rossija) – Sen-D'e-de-Vozh (Francija) 26 ijunja - 4 ijulja 2012 g. – g. Smolensk, – 2012. – S. 532 str., 359–361, 517. (in Russian).

20. *Осипова А.А., Дмитриев В.В.* Интегральная оценка качества жизни населения и качества городской среды г. Санкт-Петербурга // Научный журнал Российской Академии Естествознания "Международный журнал экспериментального образования", 2014, №3 Часть 1, с.96–102.

Osipova A.A., Dmitriev V.V. Integral'naja ocenka kachestva zhizni naselenija i kachestva gorodskoj sredy g. Sankt-Peterburga // Nauchnyj zhurnal Rossijskoj Akademii Estestvoznaniya "Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija", 2014, №3 Chast' 1, s.96–102. (in Russian).

21. *Хованов Н. В.* Анализ и синтез показателей при информационном дефиците. СПб, 1996. 196 с.

Hovanov N. V. Analiz i sintez pokazatelej pri informacionnom deficite. SPb, 1996. 196 s. (in Russian).

22. *Чиркова Т.В.* Физиологические основы устойчивости растений СПб. 2002, 244 с.

Chirkova T.V. Fiziologicheskie osnovy ustojchivosti rastenij SPb. 2002, 244 s. (in Russian).