



УДК 502.45

**ОЦЕНКА
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ
И ВРЕМЕННОЙ
ИЗМЕНЧИВОСТИ
ПОКАЗАТЕЛЯ
УЯЗВИМОСТИ
ЛАНДШАФТОВ
КАЛИНИНГРАДСКОЙ
ОБЛАСТИ
КАК КОМПОНЕНТ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ
ОРИЕНТИРОВАННОГО
ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ**

*И. И. Кесорецких**

*С. И. Зотов***

*М. В. Дробиз****



* Некоммерческое партнёрство «Институт пространственного планирования, развития и внешних связей», 236016, Россия, Калининград, ул. Клиническая, 27

** Институт природопользования, территориального развития и градостроительства, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, 236040, Россия, Калининград, ул. А. Невского, 14

*** Акционерное общество «Балтийское аэрогеодезическое предприятие», 236010, Россия, Калининград, пр. Победы, 161

doi: 10.5922/2074-9848-2015-4-10

Поступила в редакцию 10.09.2015 г.

© Кесорецких И.И., Зотов С.И.,
Дробиз М.В., 2015

Отмечается актуальность прикладных исследований регионального масштаба, направленных на решение задач по адаптации системы природопользования и территориального планирования к современным условиям трансформации природных ландшафтов. Экологически ориентированные подходы получили достаточно широкое распространение на законодательном уровне в Европе, в России же они практически не применяются, что становится причиной возникновения и обострения конфликтов природопользования, а также не позволяет использовать передовой мировой опыт для их решения.

Цель исследования — обоснование методики комплексной оценки территории Калининградской области по степени уязвимости ландшафтов к антропогенным воздействиям в ее пространственной и временной динамике. В практическом смысле данная работа дает представления о возможности внедрения экологически ориентированных подходов в систему регионального территориального планирования с учётом геоэкологических, экономико-географических и исторических факторов.

Результатом исследования стали картографические материалы, описывающие изменение показателя уязвимости ландшафтов Калининградской области и ее отдельных её частей, которые выступают в качестве основы для разработки обоснованных предложений по оптимизации системы регионального природопользования.

Ключевые слова: ландшафт, уязвимость, Калининградская область, Куршская коса, ГИС, природопользование, территориальное планирование

Высокая освоенность приморских территорий Балтийского региона обусловила обострение противоречий между природоохранными и хозяйственными интересами их развития. Получившая широкое распространение в европейских странах концепция устойчивого развития регионов, включающая внедрение экологически ориентированных аспектов в процесс планирования территорий на правовом и административном уровнях, приобретает особую значимость в отечественных исследованиях. В связи с этим большую популярность приобретают геоэкологические оценки современного состояния природных комплексов, позволяющие выявить динамику их изменений в результате антропогенного воздействия. В последнее десятилетие это направление в Российской Федерации в связи с проведением различных политических и административных преобразований в системе регионального природопользования и территориального планирования получило особое развитие.

Интерес к данной теме обусловлен, главным образом, возникшей потребностью в учете комплекса социально-экономических и эколого-географических характеристик регионального масштаба с целью формирования наиболее сбалансированных сценариев развития субъектов РФ. В ряде модельных регионов, представляющих особый интерес с точки зрения охраны окружающей среды (например, оз. Байкал) были реализованы проекты, направленные на усиление экологической составляющей и ее роли при разработке и корректировке схем территориального планирования.

Опыт подобных работ показал, что в большинстве субъектов РФ на правовом и административном уровнях не уделяется достаточного внимания механизмам интеграции экологически ориентированных подходов в региональную систему территориального планирования. Таким образом, существующая конфликтность между природопользованием и хозяйствующими субъектами только обостряется, а баланс интересов, регулируемый законодательно, в настоящее время имеет перевес в сторону последних. Иллюстрируется это избирательным подходом к зонированию охраняемых компонентов и видов их использования (санитарно-охранные зоны, водоохранные зоны и т.д.), что не позволяет сформировать приоритеты охраняемых компонентов и оценить реальный ландшафтный облик исследуемой территории [18].

При этом Градостроительный кодекс Российской Федерации (2004) уже включает в себя компоненты, определяющие условия устойчивого развития территорий и обеспечения сбалансированного учета экологических, экономических и других факторов. Однако мы имеем ситуацию, в которой экологические факторы не выступают предметом отдельной оценки и учета, а выполняют функцию ограничителей, устанавливая зоны, регламентированные для проведения различного рода проектных и инженерных работ. Бесперспективность подобного положения дел очевидна и требует перехода к новой схеме ландшафтного территориального планирования, построенного на системе учета экологических компонентов окружающей среды как непосредственных объектов охраны и защиты [20].

В ряде европейских стран прикладные аспекты ландшафтного территориального планирования с его многокритериальной системой оценки получили свое развитие и были выделены в самостоятельное направление — мультикритериальный процесс принятия решения и пространственный анализ решений. Два этих понятия описывают схожий анализ комплексной пространственной проблемы путем разложения ее на составные элементы с целью их изучения и последующей интеграции для принятия обоснованного решения [24]. Подобная практика используется при оценке последствий масштабных управленческих решений, связанных с развитием городских территорий, крупными инфраструктурными проектами и т. д. [25; 27]. Применение ГИС-технологий в данном процессе позволяет обобщать большие массивы геоэкологических, социальных, экономических и иных пространственных данных в интегральную форму для выработки взвешенного решения по конкретной проблеме. Этот подход дает возможность найти общий язык между исследователями и чиновниками различного ранга, ответственным за разработку схем территориального планирования, а также обеспечивает выработку эффективных предложений и рекомендаций по конкретным природоохранным и планировочным направлениям.

Обращаясь к российской системе территориального планирования, необходимо отметить, что в условиях интенсификации и нарастания техногенных воздействий она не может в полной мере отвечать современным вызовам и обеспечивать устойчивое развитие регионов. Решение таких проблем не обязательно требует пересмотра всей схемы планирования, что может затянуться на десятилетия, — необходим универсальный инструмент, который позволял бы сочетать в процессе планирования элементы методик комплексной оценки территорий и экологические факторы — характеристики природных ландшафтов.

Одним из таких инструментов является многокритериальная оценка природных систем, отражающая их комплексное геоэкологическое состояние, — расчет уязвимости ландшафтов к антропогенным воздействиям. Учет интегральных показателей на всех стадиях проектирования и эксплуатации промышленных и инфраструктурных объектов позволяет значительно снизить нагрузку на компоненты природной среды и обеспечить устойчивое развитие территории [13]. В Калининградской области в свете планов по реализации крупномасштабных проектов в сфере туристической и спортивной инфраструктуры, в некоторых отраслях промышленности и энергетическом комплексе данное направление приобретает особое значение.

Методика оценки уязвимости ландшафтов Калининградской области к антропогенным воздействиям включает в себя несколько компонентов, детально описанных в ряде работ, опубликованных ранее [9; 12; 13], поэтому необходимо остановиться на наиболее важных аспектах методики:

- определение понятия уязвимости природных комплексов;
- алгоритм расчета интегрального показателя уязвимости;
- структура и результаты использования ГИС «Оценка уязвимости ландшафтов Калининградской области к антропогенным воздействи-

ям» для оценки пространственной и временной изменчивости интегрального показателя.

На первом этапе разработки комплексной методики оценки уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям необходимо разграничить ряд терминологических близких понятий, таких как «уязвимость», «устойчивость» и «чувствительность». По каждому из них был проведен анализ отечественных и зарубежных работ, который позволил определить как сходства названных понятий, так и отличия, дающие возможность разграничить их в зависимости от структуры объекта исследования:

— *устойчивость* [10; 21] — это способность системы противостоять внешнему воздействию, сохраняя свои свойства;

— *чувствительность* [4; 19; 26] — тип ответной реакции природных систем на внешнее воздействие, при этом степень чувствительности отражает динамику и масштаб изменений и последствий, происходящих в природном комплексе в результате приложенных сил. Или, по-иному, под чувствительностью понимается способность природных компонентов на каждом участке территории изменять свои свойства и характеристики под воздействием внешних факторов;

— *уязвимость* [5; 25] — одна из самостоятельных характеристик геозологического состояния природных комплексов, отражающая степень опасности разрушения функциональных связей между системообразующими компонентами; таким образом, под экологической уязвимостью понимают возможность изменения компонентов экосистемы в результате внешних воздействий, приводящих к нарушению ее структуры и функционирования.

Основные различия в использовании понятий «устойчивость», «чувствительность» и «уязвимость» определяются двумя факторами: структурой объекта исследования и выбором критериев оценки. Термины «устойчивость» и «чувствительность» применимы для целостных организованных объектов: организмов, популяций, экосистем, геосистем; «уязвимость» же используется для дискретных объектов исследования (административных единиц, территорий и т. д.), и оценивать их состояние логично на основе динамики количественных показателей. В основе этого подхода лежит положение о том, что основные черты биологической структуры природных комплексов в общем виде могут быть описаны через комплекс абиотических показателей [19].

Резюмируя вышеизложенное, можно заключить, что под оценкой уязвимости в данной работе понимается процесс определения природных комплексов, особо остро реагирующих на техногенное воздействие, с целью предотвращения или минимизации вероятности попадания в них техногенных загрязнителей.

В качестве базового алгоритма расчета интегрального показателя уязвимости был использован многокритериальный подход, описанный в работах В.В. Дмитриева [5; 6], где он применяется для условий информационного дефицита и включает следующие действия.

Этап 1. Отбор m исходных критериев x_1, \dots, x_m , которые образуют группы показателей, отражающих различные параметры исследуемых свойств.

Этап 2. Нормирование показателей, в результате которого получают безразмерные показатели $q_1, \dots, q_m, 0 \leq q_i \leq 1$.

Этап 3. Введение функции, агрегирующей нормированные показатели q_1, \dots, q_m в единый интегральный показатель $Q = Q(q)$:

$$Q = Q(q, w) = Q(q_1, \dots, q_m; w_1, \dots, w_m) = \sum q_i w_i. \quad (1)$$

Этап 4. Расчет весовых коэффициентов $w = (w_1, \dots, w_m)$ — неотрицательные веса, задающие значимость (важность, весомость, приоритетность) отдельных параметров для оцениваемого свойства ($w_1 + \dots + w_m = 1$) с учетом экспертной информации о весах:

— ординальная (порядковая) — OI :

$$OI = \{w_r > w_s, w_u = w_v, \dots, r, s, u, v, \in \{1, \dots, m\}\}; \quad (2)$$

— интервальная — II :

$$II = \{0 \leq a_i \leq w_i \leq b_i \leq 1, \{1, \dots, m\}\}; \quad (3)$$

Этап 5. Осуществление перехода к интегральной оценке $Q(q; I) = MQ(q; I)$:

$$\overline{Q^{(j)}}(I) = \overline{Q}(q^{(j)}; I) = \overline{Q}(q^{(j)}), \overline{w}(I) = \frac{1}{N(m, n; I)} \sum_{t=1}^{N(m, n; I)} Q^{(t)}(q^{(j)}). \quad (4)$$

Необходимость применения интегрального балльно-индексного показателя была решена за счет введения в методику весовых коэффициентов, определяемых с использованием метода рандомизированных сводных показателей [22].

Выбор и обоснование критериев оценки уязвимости природных комплексов основывается на данных о доминирующих антропогенных воздействиях, характерных для исследуемого района. Анализ статистических материалов [11] позволяет сделать вывод о том, что среди антропогенных воздействий на природные ландшафты Калининградской области доминируют два вида — механические и химические. Под химическим воздействием понимается загрязнение природной среды или ее компонентов различными водорастворимыми и инфильтруемыми водой химическими загрязнителями: углеводородами, ПАВ, тяжелыми металлами и т.д. [17]. Под механическим воздействием имеется в виду комплекс гравитационных сил, влияние которых приводит к разрушению, уплотнению и изменению структуры того или иного компонента ландшафта.

Принимая во внимание общую структуру природных ландшафтов Калининградской области, можно предположить, что набор критериев оценки уязвимости должен обязательно включать в себя гидрологические, геоморфологические, почвенные и другие параметры, а также соответствовать следующим теоретическим положениям [13].

1. Главными функциональными звеньями ландшафта являются энергообмен, влагооборот и геохимические круговороты. Обеспечение потоков веществ и энергии — одна из ведущих функций ландшафта.

2. Косной природой, так или иначе, предопределен комплекс условий для последующего развития живой природы [15]. Основные черты

биотической структуры ландшафта в общем виде могут быть соотнесены с комплексом абиотических показателей [7].

Для природных условий Калининградской области была разработана соответствующая параметрическая матрица (табл. 1). Расчет значений весовых коэффициентов производился по 20 информационным сценариям распределения значимости параметров оценки. На базе этих данных были выделены две группы параметров: основные (расстояние до водотока, уровень грунтовых вод, гранулометрический состав почв) и дополнительные (нерестовый и охраняемый статус, уклон земной поверхности, густота речной сети, характер использования земель). Численное значение весовых коэффициентов основных показателей — 0,25, дополнительных — 0,05 соответственно.

Таблица 1

**Матрица параметров уязвимости ландшафтов
к антропогенным воздействиям**

Параметр	Градация уязвимости				
	Высокая	Повышенная	Умеренная	Пониженная	Низкая
Расстояние до водотока (м)	0—200	201—400	401—600	601—800	801—1000
Уклон земной поверхности (°)	20—17	16—13	12—9	8—5	4—0
Густота речной сети (км/км ²)	1,4—1,25	1,24—1,11	1,10—0,96	0,95—0,80	0,79—0,60
Нерестовый статус	Есть		Нет		
Охраняемый статус	Есть		Нет		
Уровень грунтовых вод (м)	0,5—2,0	2,1—4,0	4,1—6,0	6,1—8,0	8,1—10,0
Гранулометрический состав почв	Песчаные	Супесчаные	Супесчано-суглинистые	Суглинистые	Глинистые
Тип угодий	Болотные	Лесные		Луговые (с/х)	

Источник: [8].

Реализация описанной методики осуществлялась с использованием ГИС «Оценка уязвимости ландшафтов Калининградской области к антропогенным воздействиям» на основе программных возможностей ESRI ArcGIS [14].

В структуру ГИС вошли наборы цифровых покрытий в масштабе 1:500 000, созданных на базе данных полевых и камеральных исследований (точечные источники антропогенного воздействия), картографических источников [2].

В качестве основных точечных источников антропогенного воздействия в Калининградской области рассматриваются три группы объектов: месторождения нефти, разрабатываемые карьеры песчано-гравийных материалов (ПГМ) и полигоны твердых бытовых отходов (ТБО). Выбор их

обосновывается масштабами, пространственной представленностью и темпами эксплуатации, а также потенциальными и существующими экологическими проблемами, связанными с их использованием. По результатам дешифрирования спутниковых снимков удалось локализовать и оцифровать 80 техногенных объектов из данных категорий.

Результатом расчетов методики оценки стала региональная модель распределения полей уязвимости ландшафтов Калининградской области к антропогенным воздействиям, представляющая собой выделенные ареалы точек опорной сети, сгруппированных по классам уязвимости в зависимости от значения интегрального показателя с характерными для каждого класса типами ландшафтов (рис. 1).

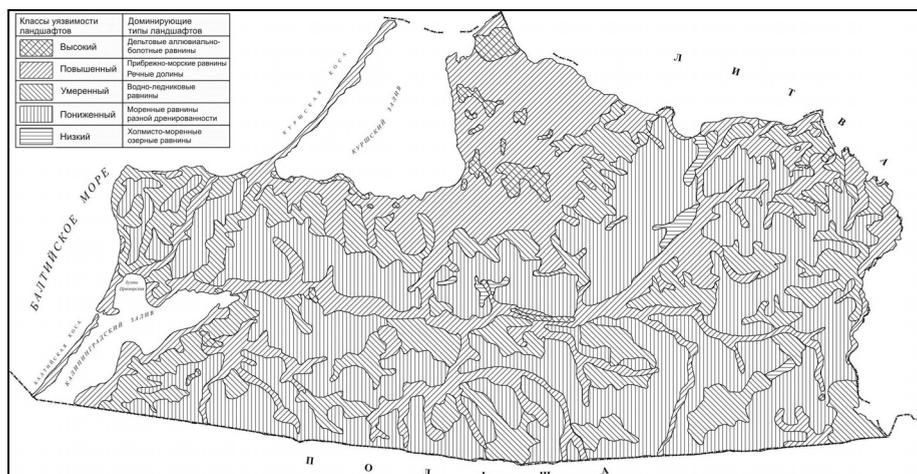


Рис. 1. Региональная модель полей уязвимости ландшафтов Калининградской области к антропогенным воздействиям (по классам)

В абсолютном и процентном выражении площади ландшафтов различных градаций уязвимости соотносятся к площади региона следующим образом: высокая уязвимость — 270 км² (2%), повышенная — 4076 км² (30%), умеренная — 3029 км² (23%), пониженная — 5828 км² (44%), низкая — 97 км² (1%). Из анализа полученных данных следует, что ареал уязвимости определенного класса (ранга) может захватывать несколько ландшафтных единиц. При этом различные уровни уязвимости характерны для определенных ландшафтов: большей уязвимостью обладают прибрежно-морские равнины, речные долины и дельтовые аллювиально-болотные равнины, наименьшей — холмисто-моренные озерные равнины.

Итоговые карты полей уязвимости ландшафтов к химическому и механическому воздействию позволяют выделять участки территории, которые наиболее и наименее подходят для размещения промышленных объектов — потенциальных источников негативного воздействия. Как инструмент пространственного планирования данные схемы могут дополнять существующие подходы к территориальному планированию на уровне региона или отдельных муниципальных образований [14].

В качестве практического направления использования описанной оценки уязвимости ландшафтов к антропогенным воздействиям был проведен пространственный анализ размещения действующих точечных источников антропогенного воздействия: полигоны ТБО, карьеры ПГМ, месторождения нефти. Учет этих данных позволил уточнить степень их потенциальной опасности для компонентов природной среды (рис. 2).

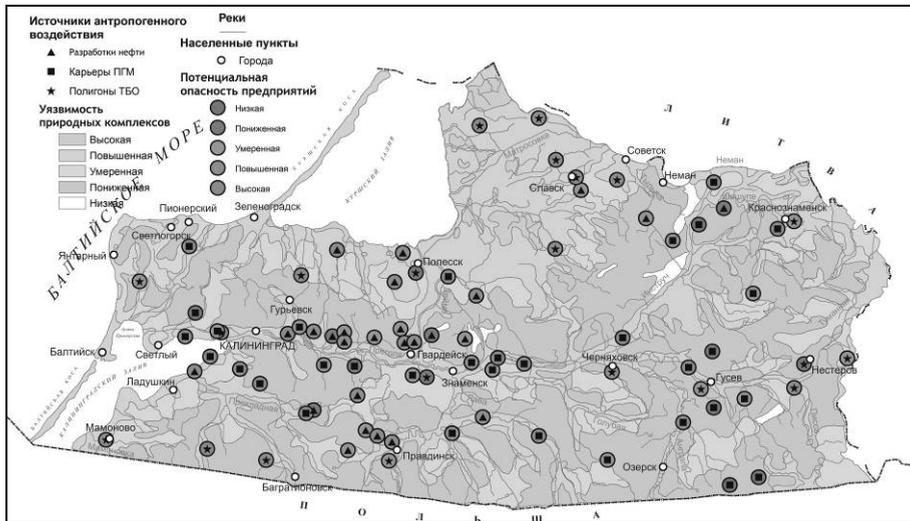


Рис. 2. Дифференциация точечных источников антропогенного воздействия по степени потенциальной опасности для природных ландшафтов Калининградской области

Все объекты антропогенного воздействия были разделены в соответствии с ареалом уязвимости, в который они попали, на пять категорий. Каждой категории присваивался класс потенциальной опасности, при этом высокой уязвимости соответствует 1-й класс (высокая опасность), а низкой — 5-й класс (низкая опасность) (табл. 2).

Таблица 2

Распределение источников антропогенного воздействия по классам потенциальной опасности в Калининградской области

Категория источника	Класс потенциальной опасности					Всего объектов
	1-й (высокая)	2-й (повышенная)	3-й (умеренная)	4-й (пониженная)	5-й (низкая)	
Месторождения нефти	0	14	8	4	0	26
Карьеры	1	16	9	7	0	33
Полигоны ТБО	2	11	5	3	0	21
Всего объектов по классам	3	41	22	14	0	80

По характеру распределения более половины источников антропогенного воздействия относится к классу высокой и повышенной опасности — 55 %, к умеренной и пониженной опасности — 45 % объектов. Эти данные свидетельствуют о необходимости разработки дополнительных природоохранных мер для тех предприятий, которые попали в наиболее опасные категории, а также внедрения экологически ориентированных подходов в системе территориального планирования, чтобы в дальнейшем избежать или свести к минимуму вероятность размещения промышленных объектов на высокоуязвимых ландшафтах.

Второе направление реализации предлагаемой методики — оценка временной динамики оценки уязвимости природных ландшафтов. Исторический аспект исследования позволяет определить, как изменялись характеристики той или иной территории в определенный временной интервал, какие последствия вызывали процессы трансформации природных ландшафтов с точки зрения природопользования. Подобный подход дает возможность оценить сценарии развития выбранной территории для целей их корректировки в современном территориальном планировании. В качестве модельного участка для таких работ была выбрана Куршская коса. Ее природные ландшафты имеют уникальную характеристику, так как они являются самыми молодыми на территории области и здесь антропогенные преобразования затронули не только растительный покров, но и рельеф [1; 23].

Трансформация ландшафтов Куршской косы обусловлена не только строительством различного рода хозяйственных объектов туристического и рекреационного назначения, она имеет куда более яркие примеры, главным образом связанные с закреплением подвижных песков естественной расчлененной авантюны с помощью посадки древесной и кустарниковой растительности определенных видов. Уникальность данных работ заключается и в их пространственной характеристике, то есть в масштабности. В данном случае мы говорим не о локальных мероприятиях, а об антропогенной трансформации территории размером около 7 тыс. га. Подобные полномасштабные изменения компонентов природной среды требуют отдельной геоэкологической оценки — с точки зрения их воздействия на ландшафты косы в целом и эффективности для современных задач природопользования и территориального планирования в частности.

В качестве инструмента оценки изменений уязвимости компонентов ландшафтов Куршской косы использовались топографические карты масштаба 1 : 25 000, выполненные в 1859, 1936 и 2010 гг. В ходе работ по оцифровке картографических основ XIX и XX вв., с использованием разработанных АО «Балт АГП» схем приравнивания условных знаков были введены в структуру ГИС данные по границам растительности, формам рельефа суши, береговой линии, дорожной сети и площади населенных пунктов. Временной промежуток исследования описывает период наиболее активной трансформации ландшафтов Куршской косы. Он связан с искусственным формированием авантюны, к которому приступили еще в начале XIX в. и которое продолжается до настоящего времени.

Описываемые в исторических материалах данные о последствиях вырубок лесов на косе, что вызвало активизацию эоловых процессов и выразилось в погребении и засыпании песком отдельных участков территорий, дорог и даже целых поселений, относятся к XIX в. и находят свое отражение на исторических топографических картах (рис. 3).

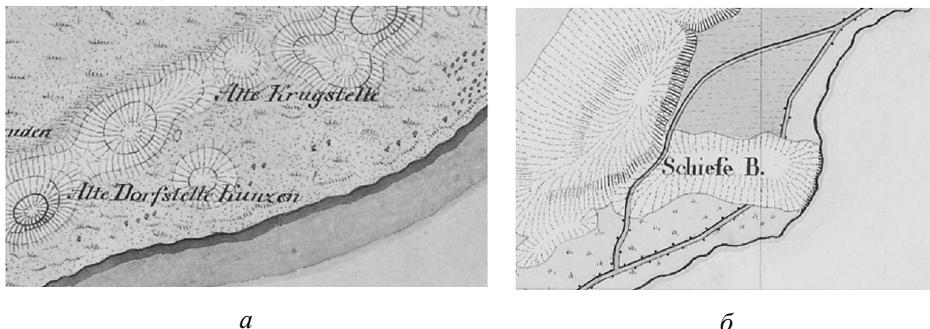


Рис. 3. Результаты ветровой эрозии на Куршской косе по карте 1859 г.:
 а — погребенные поселки (старое место поселка Кунцен и трактира);
 б — засыпанная старая дорога и проложенный позднее участок дороги
 в образовавшейся седловине вдоль залива

Активный перенос дюн стал причиной изменения рельефа и береговой линии косы. Динамика ее изменения прослеживается на топографических картах XIX — XX вв. на отдельных участках: например, в районе незакрепленных дюн около пос. Морское она достигает максимальных значений — 300 м (± 25 м — точность методики) (рис. 4).

Наиболее отчетливо по результатам анализа топографических карт можно проследить динамику изменения растительности косы, связанную с процессом закрепления дюн. Данные оцифрованных карт позволяют не только рассчитать площади растительных ценозов (лесов, лугов), но и визуализировать их пространственную динамику (рис. 5).

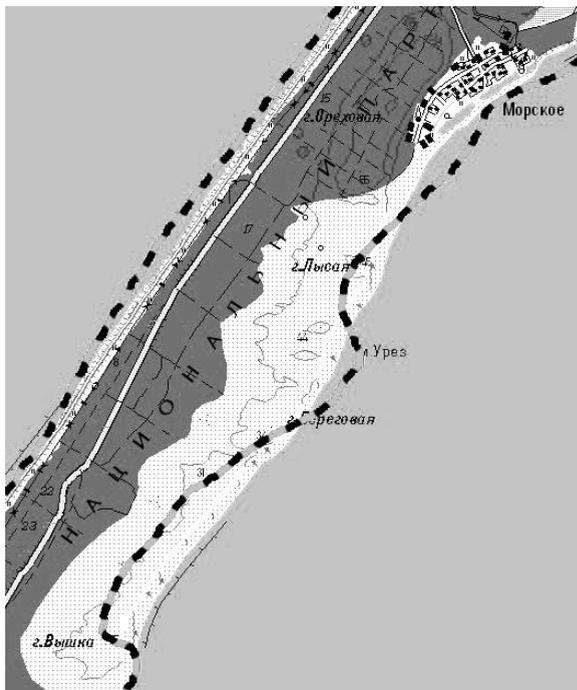


Рис. 4. Динамика изменения береговой линии в районе пос. Морское Куршской косы (пунктиром показана береговая линия по данным топографических карт XIX в.)

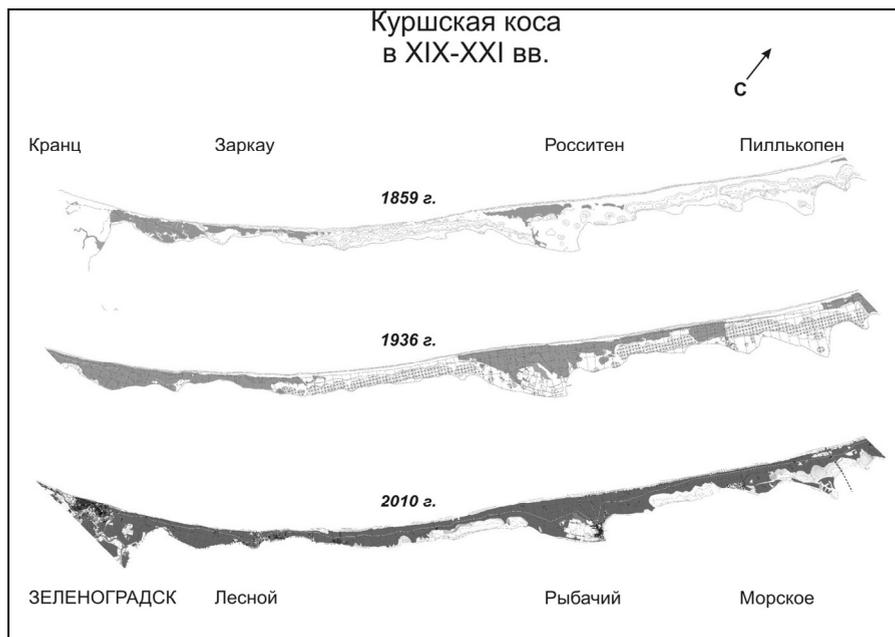


Рис. 5. Динамика изменения лесистости Куршской косы в XIX — XXI вв.

Данные результатов расчета площадей различных типов растительности, а также площадей населенных пунктов на территории Куршской косы представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Распределение площадей различных типов угодий
на территории Куршской косы, га**

Тип угодий	XIX в.	XX в.	XXI в.	Изменение в % (XXI/XIX вв.)
Леса	1 037	2 683	5 549	535
Луга	265	910	850	321
Дюнные пески	6 009	911	1 736	29
Селитебные территории (поселки)	47	129	111	236

Данные анализа показывают, что за почти 150-летний период площадь лесов на косе увеличилась почти в пять раз. Этот процесс шел одновременно с активным заселением и освоением косы местными жителями, о чем свидетельствует более чем двукратное увеличение селитебных территорий по сравнению с данными XIX в. В связи с этим можно с уверенностью утверждать, что период конца XIX — начала XX в. был одним из наиболее интенсивных в освоении косы и трансформации ее природных компонентов и ландшафтов. Темпы и динамика этих антропогенных воздействий прослеживается и в XXI в.

Для решения задачи оценки временной динамики показателя уязвимости ландшафтов Куршской косы использовался такой же алго-

ритм, что и для территории всей Калининградской области. Анализ топографических карт Куршской косы проводился по трем показателям:

— уклон земной поверхности: для расчета уклонов по данным оцифрованной сети горизонталей (XIX и XX вв.) были составлены локальные цифровые модели рельефа;

— тип угодий, отражающий пространственную динамику изменения площадей лесов, лугов и дюнных песков (для оценки уязвимости принималось, что дюнные пески относятся к наиболее уязвимой категории угодий);

— расстояние до моря и лагуны.

Материалы расчетов показали, что динамика изменения интегрального показателя уязвимости ландшафтов Куршской косы имеет положительную тенденцию. Реализация расчетной части методики в среде ГИС позволила выделить ареалы различной степени уязвимости к механическому воздействию (рис. 6).

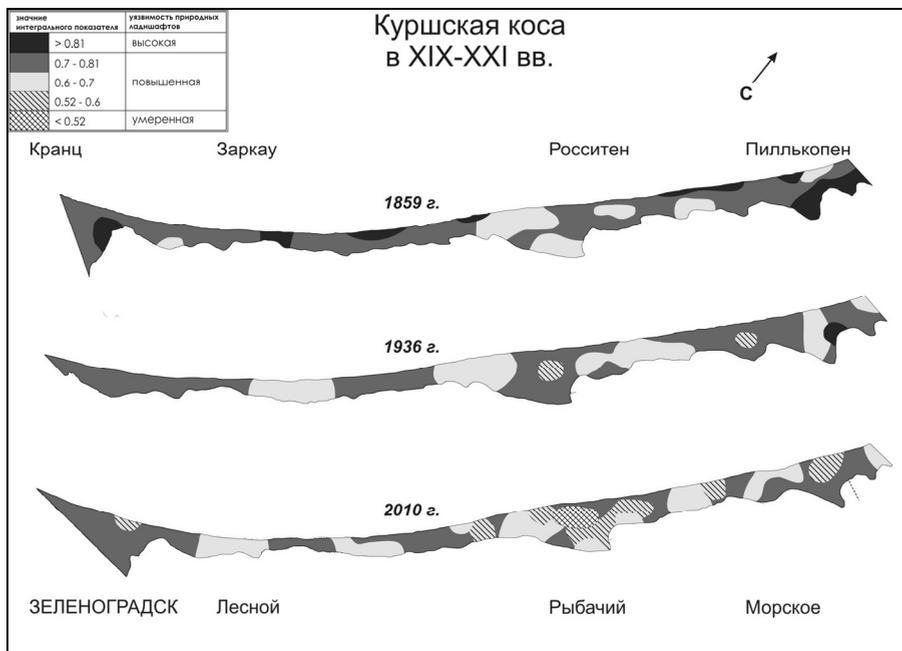


Рис. 6. Изменение показателя уязвимости территории Куршской косы к механическому воздействию

Для XIX в. характерно преобладание ареалов высокой и повышенной уязвимости, где значение интегрального показателя варьирует от 0,62 до 0,86, а средневзвешенное составляет 0,74. Другая картина складывается в XX в.: ареалы высокой уязвимости приобретают локальный характер и приурочены к отдельным участкам северной части косы, а в центральной части появляются территории, имеющие повышенную уязвимость; значение интегрального показателя здесь 0,56—0,81, средневзвешенное — 0,71. Эта динамика продолжается и до настоящего времени, обширные площади косы по-прежнему характеризуются по-

вышенной уязвимостью, но отдельные ареалы уже переходят в категорию умеренной, в то время как категория высокой исчезает; значение интегрального показателя для данных XXI в. составляет 0,51—0,78, средневзвешенное — 0,67.

Итоговые результаты позволяют выявить тенденцию уменьшения показателя уязвимости за выбранный период. Реализуемые меры по трансформации рельефа косы, закреплению дюн являются примером эффективной оптимизации регионального природопользования. Необходимо понимать, что представленная в расчетах динамика снижения уязвимости ландшафтов Куршской косы к механическим воздействиям — это не следствие временной изменчивости компонентов окружающей среды, происходящей в естественных условиях, а результат продуманной и обоснованной природоохранной деятельности, целенаправленной трансформации природных ландшафтов косы.

Предложенная методика оценки уязвимости ландшафтов к антропогенным воздействиям и полученные на ее основе результаты могут быть использованы для оптимизации существующей системы оценки воздействия на окружающую среду, интеграции экологически ориентированных подходов в российскую систему территориального планирования.

Рассмотрим пример использования итоговых материалов данного исследования для Калининградской области. Сравним действующие схемы территориального планирования с пространственной моделью распределения полей уязвимости. При их наложении можно оценить потенциальную конфликтность промышленных и хозяйственных объектов для окружающей среды (рис. 7).

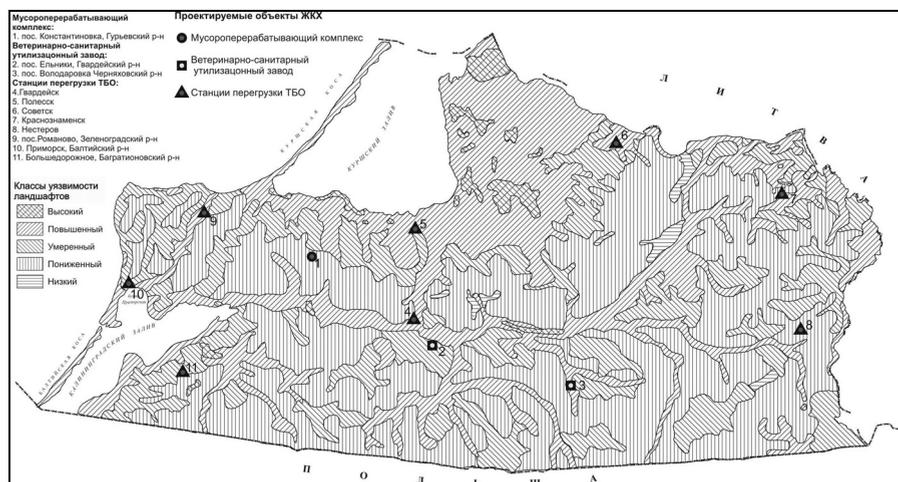


Рис. 7. Соотнесение проектируемых объектов ЖКХ и полей уязвимости ландшафтов к антропогенным воздействиям

В частности, была выявлена нецелесообразность строительства некоторых планируемых объектов ЖКХ ввиду их приуроченности к ареалам повышенной уязвимости: ветеринарно-санитарных утилизационных заводов в пос. Ельники Гвардейского района и пос. Володаровка

Черняховского района; станций перегрузки ТБО в городах Гвардейск, Полесск, Советск и Краснознаменск. Этот факт позволяет утверждать, что существующие региональные схемы территориального планирования не в полной мере удовлетворяют критериям экологической безопасности и целесообразности размещения хозяйственных объектов.

В этой связи целесообразно рассмотреть несколько возможных сценариев решения подобных ситуаций. Первый включает в себя анализ альтернативных вариантов размещения — изменение мест расположения планируемых объектов вне ареалов высокой и повышенной уязвимости. Второй предполагает (при сохранении места расположения объектов) необходимость дополнительных природоохранных мероприятий и компонентов мониторинга на этапах проектирования, эксплуатации и консервации объекта.

Работа выполнена при финансовой поддержке РГО — грант на реализацию проекта «Послевоенные изменения в Калининградской области (по материалам топографических карт)».

Список литературы

1. Волкова И.И. Оценка чувствительности дюнных природных комплексов (на примере Куршской косы) // Экологические проблемы Калининградской области и Балтийского региона. Калининград, 2005. С. 119—123.
2. *Географический атлас Калининградской области* / гл. ред. В.В. Орленок. Калининград, 2002.
3. *Градостроительный кодекс Российской Федерации* : федеральный закон РФ № 190 ФЗ от 29.12.2004 (действующая редакция от 01.01.2014) [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Дедков В.П., Федоров Г.М. Пространственное, территориальное и ландшафтное планирование в Калининградской области. Калининград, 2006.
5. Дмитриев В.В. Интегральные оценки состояния сложных систем в природе и обществе // Биосфера. 2010. Т. 2, №4. С. 507—520.
6. Дмитриев В.В., Дмитриев Н.В., Воскресенская В.А. и др. Развитие методологии интегральной оценки экологической целостности геосистем // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. №8. С. 78—85.
7. Зотов С.И., Десятков В.М. Результаты мониторинга геоэкологических последствий нефтепоискового бурения и добычи нефти в районе верхового болота Целау (Правдинское) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2006. №8. С. 65—73.
8. Зотов С.И., Кесорецких И.И., Зотов И.С., Лазарева Н.Н. Геоинформационное обеспечение оценки уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям // ИнтерКарто-ИнтерГИС-18: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт : матер. междунар. конф. Смоленск, 2012. С. 318—322.
9. Зотов С.И., Покровский А.В., Кесорецких И.И., Зотов И.С. Значимость рельефа для оценки уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2013. №1. С. 318—322.
10. Исаченко А.Г. Введение в экологическую географию : учеб. пособ. СПб., 2003.

11. Калининградская область в цифрах : краткий стат. сб. URL: <http://www.kaliningrad.gks.ru> (дата обращения: 01.09.2014).
12. Кесорецких И. И. Карты уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям как элемент оптимизации регионального природопользования (на примере Калининградской области) // Современные проблемы науки и образования. 2014. №6. URL: <http://www.science-education.ru/120-16513> (дата обращения: 24.12.2014).
13. Кесорецких И. И., Зотов С. И. Методика оценки уязвимости природных комплексов к антропогенным воздействиям // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2012. № 1. С. 51—57.
14. Кесорецких И. И., Зотов С. И., Воропаев Р. С. ГИС для оценки уязвимости природных комплексов Калининградской области к антропогенным воздействиям // ИнтерКарто/ИнтерГИС-20: Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение : матер. междунар. конф. Белгород, 2014. С. 267—274.
15. Колбовский Е. Ю. Нерешенные вопросы ландшафтоведения и ландшафтное планирование // Изв. РАН. Сер. Географическая. 2013. №5. С. 19—29.
16. Кочуров Б. И. Геоэкологическое картографирование : учеб. пособ. для вузов. М., 2009.
17. Нефть и окружающая среда Калининградской области. Т. 1: Суша / под ред. Ю. С. Каджояна, Н. С. Касимова. М.; Калининград, 2008.
18. НИИПГрадостроительства — Внедрение экологических принципов в территориальное планирование России : отчет по 3-му этапу проекта «Эко-Рус», 2014. URL: http://www.ioer.de/fileadmin/internet/IOER_Projekte/EkoRuss (дата обращения: 01.11.2014).
19. Сивков В. В., Зотов С. И., Кузьмина Е. В. Оценка экологической чувствительности прибрежных ландшафтов Калининградской области к химическому загрязнению // Прибрежная зона моря: морфолитодинамика и геоэкология : матер. конф. / отв. ред. В. В. Орленок. Калининград, 2004. С. 228—230.
20. Федоров Г. М. Приграничное положение как фактор стратегического и территориального планирования в российских регионах на Балтике // Балтийский регион. 2014. №3. С. 71—82.
21. Хаустов А. П., Редина М. М. Модернизация системы экологического нормирования на основе европейского опыта управления качеством подземной гидросферы // Устойчивость водных объектов, водосборных и прибрежных территорий; риски их использования : сб. науч. тр. Всероссийской науч. конф. Калининград, 2011. С. 443—448.
22. Хованов Н. В., Федотов Ю. В. Модели учета неопределенности при построении сводных показателей эффективности деятельности сложных производственных систем // Научные доклады. 2006. №28(R).
23. Шаплыгина Т. В. Геоэкологическая оценка состояния природных комплексов Куршской и Вислинской кос : дис. ... канд. геогр. наук. Калининград, 2010.
24. Council of Europe Landscape and sustainable development: challenges of the European Landscape Convention. Council of Europe Publishing, Strasbourg. 2006. URL: http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/heritage/landscape/Publications/PaysageDeveloppement%20_en.pdf (дата обращения: 13.06.2014).
25. Golobic M., Cof A., Gulic A. Vulnerability, attractiveness and suitability analysis of the area of Škofja Loka municipality for production activities. Ljubljana, 2006.
26. Gundlash E. R., Hayes M. O. Classification of costal environments in terms of potential vulnerability to oil spill damage // Marine Technology Society Journal. 1978. Vol. 12, №4. P. 18—27.



27. *Malczewski J.* GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley & Sons, 1999. P. 392. URL: http://books.google.ru/books/about/GIS_and_Multicriteria_Decision_Analysis.html?id=2Zd54x4_2Z8C&redir_esc=y (дата обращения: 11.06.2014).

Об авторах

Иван Иванович Кесорецких, ведущий специалист некоммерческого партнёрства «Институт пространственного планирования, развития и внешних связей», Россия.

E-mail: ivan.k.loki@gmail.com

Сергей Игоревич Зотов, доктор географических наук, профессор Института природопользования, территориального развития и градостроительства, Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, Россия.

E-mail: zotov.prof@gmail.com

Михаил Валерьевич Дробиз, главный инженер акционерного общества «Балтийское аэрогеодезическое предприятие», Россия.

E-mail: mikhail.droiz@gmail.com



ASSESSING SPATIAL AND TEMPORAL CHANGES IN THE LANDSCAPE VULNERABILITY IN THE KALININGRAD REGION AS AN ELEMENT OF SUSTAINABLE SPATIAL PLANNING

I. Kesoretskikh^{*}, S. Zotov^{**}, M. Drobiz^{***}

^{*}*Institute of Spatial Planning, Development, and International Ties' non-profit partnership,
27 Klinicheskaya ul., Kaliningrad, 236016, Russia.*

^{**}*Institute of Nature Management, Spatial Development, and Urban Planning,
Immanuel Kant Baltic Federal University,
14 A. Nevskogo ul., Kaliningrad, 236040, Russia.*

^{***}*Baltic Air Geodesics Company,
161 prospket Pobedy, Kaliningrad, 236010, Russia*

Submitted on September 10, 2015

The relevance of applied regional studies aimed at solving problems of adapting the nature management and spatial planning system to the current conditions of natural landscape transformation is based on the widespread interest in this topic from Russian and international researchers. Environmental approaches, which gained currency at the legislative level elsewhere in Europe, are virtually absent in the Russian system of spatial planning. This results in the emergence of and increase in the number of nature management conflicts at the regional and local levels and creates problems for using advanced international experience in problem solving.

This study aims to establish a methodology for a comprehensive assessment of the Kaliningrad region's territory according to the degree of landscape vulnerability to the anthropogenic impact in spatial and temporal aspects. In practical terms, this study demonstrates the possibility of introducing environmental approaches into the system of regional spatial planning in view of the geoecological, economic, geographical, and historical factors. The key result of this study is the preparation of cartographic documents describing changes in landscape vulnerability of the Kaliningrad region. These documents serve as the basis for proposals aimed at optimising the regional nature management system. The findings of the study make it possible to augment the existing approaches to spatial planning in the Kaliningrad region and its municipalities.

Key words: landscape, vulnerability, Kaliningrad region, Curonian spit, GIS, nature management, spatial planning

References

1. Volkov, I.I. 2005, Otsenka chuvstvitel'nosti dyunnykh prirodnykh kompleksov (na primere Kurshskoy kosy) [Evaluation of the sensitivity of the natural dune complexes (for example the Curonian Spit)], *Environmental problems of the Kaliningrad region and the Baltic region*, Kaliningrad, p. 119-123.
2. Antonova, E.V. et al. (eds.), Orlenok, V.V. et al. (red.), 2002, *Geograficheskiy atlas Kaliningradskoy oblasti* [Geographical Atlas of the Kaliningrad Region], Kaliningrad, 276 p.
3. Gradostroitel'nyy kodeks Rossiyskoy Federatsii – Federal'nyy zakon RF [Town Planning Code of the Russian Federation – Federal Law of Russian Federation], 2004, №190-FZ ot 29.12.2004 (current version of 01.01.2014).
4. Dedkov, V.P., Fedorov, G.M. 2006, *Prostranstvennoye, territorial'noye i landshaftnoye planirovaniye v Kaliningradskoy oblasti* [Spatial, territorial and landscape planning in the Kaliningrad region], Kaliningrad, 184 p.
5. Dmitriyev, V.V. 2010, Integral'nyye otsenki sostoyaniya slozhnykh sistem v prirode i obshchestve [Integrated assessment of complex systems in nature and society], *Mezhdistsiplinarnyy nauchnyy i prikladnyy zhurnal «Biosfera»* [Interdisciplinary Journal of Applied Science Biosphere], Vol. 2, no.4, p. 507–520.
6. Dmitriyev, V.V., Dmitriyev, N.V., Voskresenskaya, V.A., Frolova, A.D., Kozheko, U.R. 2014, Razvitiye metodologii integral'noy otsenki ekologicheskoy tselostnosti geosistem [Development of an integrated methodology for evaluating the environmental integrity of geosystems], *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research], no. 8, p.78-85
7. Zotov, S.I., Desyatkov, V.M. 2006, Rezul'taty monitoringa geoekologicheskikh posledstviy neftepoiskovogo bureniya i dobychi nefti v rayone verkhovogo bolota Tselau (Pravdinskoye) [Results of monitoring of geo-ecological consequences of oil exploration and extraction of oil drilling in the area of Tselau swamp (Pravdinskoye)], *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Geology, geophysics and development of oil and gas fields], no. 8, p. 65-73.
8. Zotov, S.I., Kesoretskikh, I.I., Zotov, I.S., Lazareva, N.N. 2012, Geoinformatsionnoye obespecheniye otsenki uyazvimosti prirodnykh kompleksov k antropogennym vozdeystviyam [GIS support for vulnerability assessment of natural systems to anthropogenic influences], *InterKarto-InterGIS-18: Ustoychivoye razvitiye territoriy: teoriya GIS i prakticheskiy opyt. Materialy mezhdunarodnoy konferentsii* [In-

terCarto-InterGIS-18: Sustainable Development of Territories: GIS Theory and practical experience. Proceedings of the international conference], Smolensk, p. 318-322.

9. Zotov, S.I., Pokrovskiy, A.V., Kesoretskikh, I.I., Zotov, I.S. 2013, Znachimost' rel'yefa dlya otsenki uyazvimosti prirodnykh kompleksov k antropogennym vozdeystviyam [The importance of relief to assess the vulnerability of natural systems to anthropogenic influences], *Vestnik IKBFU*, no. 1, p. 318-322.

10. Isachenko, A.G. 2003, *Vvedeniye v ekologicheskuyu geografiyu* [Introduction to environmental geography], St. Petersburg, St. Petersburg University, 192 p.

11. Kaliningradskaya oblast' v tsifrakh. Kratkiy statisticheskiy sbornik [Kaliningrad Region in Figures. Short Statistical Book], 2014, *Territorial'nyy organ Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Kaliningradskoy oblasti*, Federal State Statistics Service in the Kaliningrad region], 154 p., available at: www.kaliningrad.gks.ru (accessed 01.09.2014).

12. Kesoretskikh, I.I. 2014, Karty uyazvimosti prirodnykh kompleksov k antropogennym vozdeystviyam kak element optimizatsii regional'nogo prirodopol'zovaniya (na primere Kaliningradskoy oblasti) [Maps of vulnerability of natural complexes to anthropogenic impacts as part of the optimization of regional nature (for example the Kaliningrad region)], *Modern problems of science and education*, no. 6, available at: <http://www.science-education.ru/120-16513> (accessed 12.24.2014).

13. Kesoretskikh, I.I., Zotov, S.I. 2012, Metodika otsenki uyazvimosti prirodnykh kompleksov k antropogennym vozdeystviyam [Methods of assessing the vulnerability of natural systems to anthropogenic influences], *Vestnik IKBFU*, no. 1, p. 51-57.

14. Kesoretskikh, I.I., Zotov, S.I., Voropayev, R.S. 2014, GIS dlya otsenki uyazvimosti prirodnykh kompleksov Kaliningradskoy oblasti k antropogennym vozdeystviyam [GIS for assessing the vulnerability of natural systems of the Kaliningrad region to anthropogenic influences], *InterKarto / InterGIS-20: Ustoychivoye razvitiye territoriy: kartografo-geoinformatsionnoye obespecheniye* [InterCarto / InterGIS-20: Sustainable Development of Territories: cartography and GIS software], *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii* [Proceedings of the international conference], p.267-274.

15. Kolbovskiy, E.U. 2013, Nereshennyye voprosy landshaftovedeniya i landshaftnoye planirovaniye [Outstanding issues of landscape science and landscape planning], *Izvestiya RAS. Ser. Geography*, no. 5, p.19-29.

16. Kochurov, B.I. 2009, *Geoekologicheskoye kartografirovaniye* [Geoecological mapping], RAS, Institute for geography, M.V. Lomonosov MSU, Moscow, Akademiya, 224 p.

17. Kadzhoyana, U.S., Kasimova, N.S. 2008, *Neft' i okruzhayushchaya sreda Kaliningradskoy oblasti* [Oil and the environment of the Kaliningrad region], Vol. 1, 360 p.

18. NIIPGradostroitel'stva - Vnedreniye ekologicheskikh printsipov v territorial'noye planirovaniye Rossii [[Implementation of the environmental principles in the Russian territorial planning], 2014, *EkoRus 2014*, Report on the 3rd stage of the project EkoRus], available at: http://www.ioer.de/fileadmin/internet/IOER_Projekte/EkoRuss (accessed 01.11.2014).

19. Sivkov, V.V., Zotov, S.I., Kuz'mina, E.V., 2004, Otsenka ekologicheskoy chuvstvitel'nosti pribrezhnykh landshaftov Kaliningradskoy oblasti k khimicheskoy zagryazneniyu [Assessment of environmental sensitivity of coastal landscapes of the Kaliningrad region to chemical pollution]. In: Orlenok, V.V. (ed.), *Pribrezhnaya zona morya. Morfolitodinamika i geoekologiya* [Nearshore: morfolitodynamic and geoecology], Proceedings of the conference, Kaliningrad, p. 228-230.

20. Fedorov, G. M. 2014, Border Position as a Factor of Strategic and Territorial Planning in Russian Regions in the Baltic, *Balt. Reg.*, no. 3, p. 58—67. DOI: 10.5922/2079-8555-2014-3-5.

21. Khaustov, A. P., Redina, M. M. 2011, Modernizatsiya sistemy ekologicheskogo normirovaniya na osnove yevropeyskogo opyta upravleniya kachestvom podzemnoy gidrosfery [Modernization of the system of environmental regulation on the basis of the European experience of quality management of underground hydrosphere], *Ustoychivost' vodnykh ob'yektov, vodosbornykh i pribrezhnykh territoriy; riski ikh ispol'zovaniya* [Sustainability of water bodies, watersheds and coastal areas; the risks of their use], Proceedings of the All-Russian Scientific Conference, *Kaliningrad, 25-30 July 2011*, p.443-448.

22. Khovanovm N. V., Fedotov, U. V. 2006, Modeli ucheta neopredelennosti pri postroyenii svodnykh pokazateley effektivnosti deyatel'nosti slozhnykh proizvodstvennykh system [Models accounting for uncertainty in the construction of summary performance indicators of complex production systems], *Nauchnyye doklady* [Scientific reports number], no.28 (R), St. Petersburg, 37 p.

23. Shaplygi, T. V. 2010, *Geoekologicheskaya otsenka sostoyaniya prirodnykh kompleksov Kurshskoy i Vislinskoy kos* [Geoecological assessment of the state of natural complexes of the Curonian and Vistula Spit], Candidate thes., Kaliningrad, Russian State Immanuel Kant University, 197 p.

24. Council of Europe Landscape and sustainable development: challenges of the European Landscape Convention, 2006, Council of Europe Publishing, Strasbourg, available at: http://www.coe.int/t/dg4/cultureheritage/heritage/landscape/Publications/PaysageDeveloppement%20_en.pdf (accessed 13.06.2014).

25. Golobic, M., Cof, A., Golic, A. 2006, *Vulnerability, attractiveness and suitability analysis of the area of Škofja Loka municipality for production activities*, Ljubljana, Urban planning institute of the RS.

26. Gundlash, E. R., Hayes, M. O. 1978, Classification of costal environments in terms of potential vulnerability to oil spill damage, *Marine Technology Society Journal*, Vol.12, no. 4, p. 18-27.

27. Malczewski, J. 1999, *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley & Sons, p. 392, available at: http://books.google.ru/books/about/GIS_and_Multicriteria_Decision_Analysis.html?id=2Zd54x4_2Z8C&redir_esc=y (accessed 11.06.2014).

About the authors

Ivan Kesoretskih, Leading Specialist, 'Institute of Spatial Planning, Development, and International Ties' non-profit partnership, Russia.

E-mail: ivan.k.loki@gmail.com

Prof Sergey Zotov, the Institute of Nature Management, Spatial Development, and Urban Planning, IKBFU, Russia.

E-mail: zotov.prof@gmail.com

Mikhail Drobiz, Chief Engineer, Baltic Air Geodesy Company, Russia.

E-mail: mikhail.droiz@gmail.com