

УДК 581.526

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СЛЕДА СРЕДСТВАМИ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРИМЕРЕ КОНАКОВСКОГО РАЙОНА*

Д. А. Мидоренко, А.А. Рыбакова

Тверской государственной университет

В статье предложен метод вычисления экологического следа и биологического потенциала одного из административных районов Тверской области с помощью географических информационных систем на основе данных дистанционного зондирования.

Ключевые слова: *экологический след, биологический потенциал, глобальные гектары, данные дистанционного зондирования, географические информационные системы*

Одной из наиболее важных целей устойчивого развития общества является сохранение природного капитала, его способность к возобновлению или самовосстановлению. Управление переходом к устойчивому развитию требует оценки достижения этой цели, постановки задач для ее осуществления и принятия мер для достижения.

Решению данных задач служит индикатор «экологический след», который позволяет оценить имеющийся природный капитал и человеческую потребность в нем, объем и избыточное использование природного капитала.

«**Экологический след**» или «*ecological footprint*» (англ. *foot* – нога, *print* – отпечаток), – это «след», который оставляет деятельность человека и человечества в целом в окружающей природной среде [1].

В концепции «экологического следа» учитывается динамика наиболее важной части природного капитала – «жизнеобеспечивающего природного капитала», который отвечает за основные жизнеобеспечивающие услуги, такие, как способность к возобновлению ресурсов на основе биомассы и к ассимиляции отходов, которую мы называем регенеративной способностью биосферы [2].

Таким образом, «экологический след» является инструментом оценки степени нарушения регенеративной способности биосферы человеческой деятельностью.

«Экологический след», как комплексный индикатор устойчивого развития, позволяет определить, какое количество плодородных земель используется в хозяйстве и для каких видов деятельности, как распреде-

* Работа – участник государственной программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («УМНИК»).

ляются и изменяются имеющиеся в распоряжении страны, города или всего человечества площади плодородных земель.

Площадь биологически продуктивных земель измеряется в *глобальных гектарах* – условных единицах площади со среднемировой биологической продуктивностью. Таким образом, количество глобальных гектаров всегда равно площади реально продуктивной поверхности планеты.

Расчет «экологического следа» по компонентам делает его универсальным показателем устойчивого развития, по которому можно сравнивать потребность в конкретных ресурсах различных стран и регионов.

Цель исследования – расчёт «экологического следа» на территории Конаковского района Тверской области на базе данных дистанционного зондирования с использованием геоинформационных технологий.

Основные задачи:

- *получение и обработка данных дистанционного зондирования, создание на основе ДДЗ карты-схемы использования земель;*
- *определение площадей биологически продуктивной территории Конаковского района по данным дистанционного зондирования Земли;*
- *определение экологического следа на территории Конаковского района.*

В качестве тестовой территории был выбран Конаковский район – один из наиболее развитых районов Тверской области, занимающий второе место по численности населения и объёму промышленного производства, третье – по объёму сельскохозяйственного производства.

Можно предположить, что экологическая нагрузка на природную среду этого региона достаточно высока.

Исходными данными при составлении карты-схемы использования земель Конаковского района послужили снимки спутника **Landsat 5 TM**, с датой съёмки 19 июня 2010 г. Снимок был получен из сети Интернет с сайта *United States Geological Survey* (Геологическая служба США) [3].

Разрешение снимка 30 м, что позволяет составлять карты масштаба 1:100 000 и мельче, и погрешности в отображении будут укладываться в рамки допустимой ошибки.

Снимки предоставляются пользователям в формате *Geotiff*, несущем информацию о пространственной привязке снимка. Данный формат хорошо читается различными ГИС-приложениями.

С целью уменьшения объёма данных и повышения быстродействия для последующей обработки и векторизации была произведена об-

резка снимков по границам административного района в программном продукте **Global Mapper**.

Сборка растров выполнялась средствами открытой ГИС **Quantum GIS (QGIS)**, и было получено единое растровое изображение (рис. 1).

Для создания композитного изображения был использован инструмент «объединение растров» модуля **GdalTools** ГИС-приложения QGIS, с помощью которого осуществилась «склейка» изображений по-канально, тем самым была получена необходимая комбинация каналов – 5,4,3.

Следующим этапом в создании карты-схемы стало камеральное дешифрирование, в результате которого была получена *космофотокарта* (рис. 2) – фотокарта, совмещающая картографическое изображение и плановый фотоснимок, полученный из космоса [4].

В результате векторизации растрового изображения были созданы слои в формате *shape*-файлов для каждого типа земель.

Сопоставление спутниковых данных с различными источниками картографической информации позволило выделить основные типы земель по дешифровочным признакам.



Р и с . 1 . Собранное в ГИС-приложении QGIS растровое изображение

Расчет «экологического следа» сводится к определению потоков ресурсов и отходов. После этого указанные потоки переводятся в единицы площади земель, а потом в единицы глобальных гектаров, т.е. единицы, в которых окончательно выражается «экологический след».

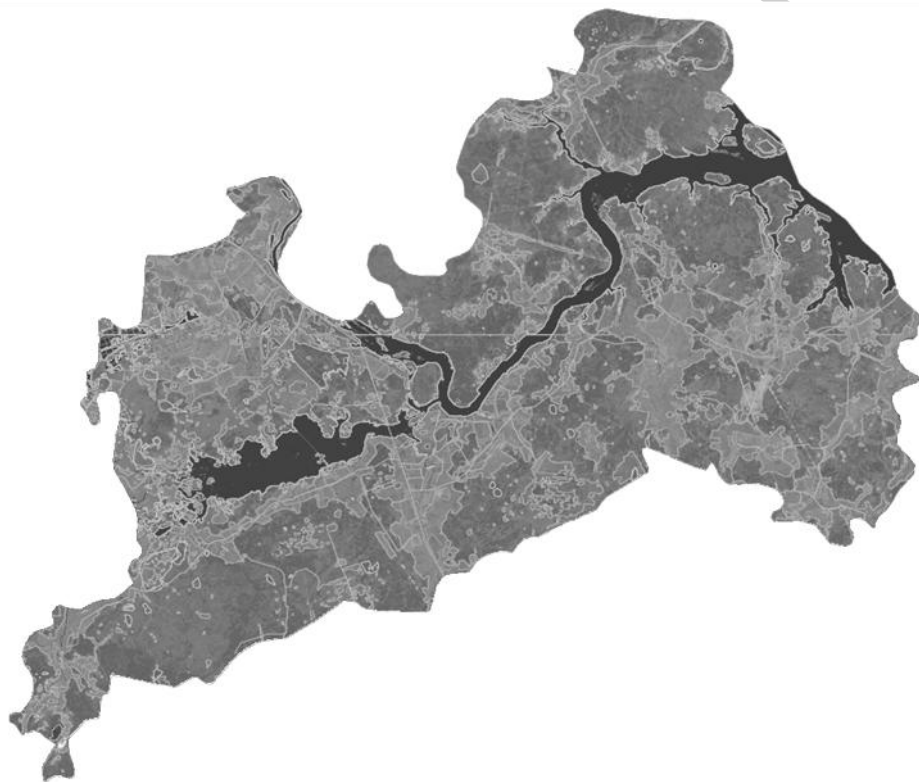


Рис. 2. Космофотокарта Конаковского района

Далее все глобальные гектары суммируются, что обеспечивает сведения об общем спросе на необходимые площади земли.

«Экологический след» – сумма шести базовых составляющих: растениеводческого, животноводческого, лесного, рыбного, энергетического и строительного следа (см. табл. 1).

Согласно данной методике

$$EF = P / YN \cdot YF \cdot EQF, \quad (1)$$

где EF – величина «экологического следа», глобальные гектары;

P – уровень ВВП в млн руб. (в нашем случае ВРП);

YN – средний показатель создания ВРП;

YF – показатель урожайности земли в пределах области, который вычисляется как

$$YF = 1/R,$$

где R – показатель урожайности земель Конаковского района: $R = 11,1$ [6].

EQF – фактор, показывающий равноценность типов земли по всему миру, глобальные гектары.

Таблица 1
Площади биопродуктивных территорий Конаковского района,
полученные в результате обработки ДДЗ

Составляющие экологического следа	Площадь, га
1. Площадь пашен	8256
2. Площадь пастбищ	41 107,3
3. Площадь лесов	122 273
4. Площадь акватории	20 030
5. Площадь вырубленных лесов	284,7
6. Площадь земель под застройкой населенных пунктов, промышленных предприятий и объектов инфраструктуры	9449

По своему экономическому содержанию показатель валового регионального продукта является аналогом валового внутреннего продукта, рассчитанного на региональном уровне.

Валовой региональный продукт представляет собой конечный результат производственной деятельности хозяйствующих субъектов региональной экономики в течение данного периода времени. Он предназначен для характеристики взаимосвязанных аспектов экономического процесса в регионе: производства товаров и оказания услуг, распределения доходов, конечного использования товаров и услуг.

Т.к. на уровне области величина валового внутреннего продукта вычисляется в целом по региону, то вместо него для Конаковского района использовался показатель, характеризующий отношение объема отгруженной продукции в Конаковском районе к объему областного показателя отгруженной продукции, умноженное на валовой региональный продукт Тверской области за 2010 г.

По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Тверской области, за 2010 г. предприятиями и организациями Тверской области отгружено промышленных товаров собственного производства на сумму 171 млрд руб. в фактически действующих ценах, более двух третей приходится на обрабатывающие производства (68 %), на производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 31 %, на добычу полезных ископаемых – 0,6 % [7].

$V_{отгр. товаров} = 171\ 000$ млн. руб. для Тверской области.

По данным базы данных показателей муниципальных образований Тверской области по Конаковскому муниципальному району за 2010 г. [8] предприятиями и организациями Конаковского района отгружено промышленных товаров собственного производства на сумму 14 985,5 млн руб. в фактически действующих ценах:

$$V_{отгр. товаров} = 14\,985,5 \text{ млн. руб. для Конаковского района,}$$

Таким образом, $P = (14\,985,5 \cdot 23\,2400) / 171\,000 = 20\,366,25$ млн руб.

Средний показатель ВРП можно найти, зная величину реального ВРП по Тверской области за 2010 г. и общую площадь всех земель (см. табл. 2):

$$YN = 232\,400 / 8420,1 = 27,60 \text{ тыс. руб. на гектар.}$$

Таблица 2

Данные для расчета экологического следа и биопотенциала Конаковского района

Территория	Общая площадь, тыс. га	Население, тыс. чел.	Реальный ВРП, млн руб. (2010 г.)
Конаковский район	201,4	84,609	20 366,25
Тверская область	8420,1	1 350,245	232 400,0

Фактор, показывающий равноценность типов земель по всему миру, берется на уровне 2,64.

Подставляем все значения в формулу (1) и находим значение «экологического следа» Конаковского района:

$$EF = 20\,366,25 / 27,6 \cdot 1 / 11,1 \cdot 2,64 = 175,3268 \text{ тыс. гга}$$

«Экологический след» одного жителя Конаковского района составляет: $175,3268 / 84,609 = 2,07$ гга.

Полученные значения «экологического следа» показывают, сколько глобальных гектаров нужно для производства ВВП по региону и сколько в среднем глобальных гектаров приходится на одного человека, чтобы создать ВРП на душу населения.

Важно также оценить биологический потенциал района и тем самым определить, к какой категории регионов можно его отнести (к «экологическим кредиторам» («донорам») или к «экологическим должникам»).

Вспользуемся методикой расчета, приведенной в работе А.В. Кубатко [9], согласно которой

$$BC = A \cdot YF \cdot EQF, \quad (2)$$

где BC – биопотенциал района, глобальные гектары;

A – общая площадь, доступная для использования, тыс. га;
 YF – показатель урожайности земли в пределах области, га;
 EQF – фактор, показывающий равноценность типов земли по всему миру, глобальные га.

Подставляя данные в формулу (2), получаем

$$B = 201,4 \cdot 1/11,1 \cdot 2,64 = 47,852 \text{ тыс. гга.}$$

Биологическая возможность в среднем на одного жителя Конаковского района составляет $47,852 / 84,609 = 0,565$ гга.

На основании двух показателей - «экологического следа» и биологического потенциала - можно судить о том, как регион расходует свои природные запасы.

По данным расчётам «экологический след» значительно превышает биологический потенциал Конаковского района: 175,3268 тыс. гга и 47,852 тыс. гга, соответственно, что характеризует район в качестве «экологического должника».

Направленность на экономический рост и увеличение благосостояния Конаковского района способствует интенсивному использованию природных ресурсов, что в не далеком будущем может привести к их исчерпанию и деградации геоэкосистем, а также потери устойчивости природных экосистем за счет резкого сокращения биологического разнообразия.

Альтернативный сценарий должен предотвратить превышение возможностей биосферы за счет увеличения биопродуктивности. Очевидно, это потребует от общества существенных затрат.

Список литературы

1. Экологический след России и россиян / под ред. Д.А. Славинского, С.А. Черниковой. СПб., 2005. 24 с.
2. Ecological Footprint Accounting: Comparing Resource Availability with an Economy's Resource Demand. Oakland: Global Footprint Network, 2005.
3. Glovis USGS [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Режим доступа: <http://www.glovis.usgs.gov/>
4. Смирнов Л.Е. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник. СПб., 2005. 348 с.
5. Calculation methodology for the national footprint accounts, 2008 edition: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/methodology/calculation>
6. Администрация Конаковского района [Электронный ресурс]. Электрон. дан. Режим доступа: <http://www.konakovoregion.ru/node/53>

7. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тверской области [Электронный ресурс]. Электрон. дан. – Режим доступа: <http://tverstat.gks.ru/default.aspx>
8. БД ПМО Тверской области. Показатели, характеризующие состояние экономики и социальной сферы муниципального образования Конаковского муниципального района. Конаково, 2010. 47 с.
9. *Кубатко А.В.* Научный подход к определению экологического следа как индикатора устойчивого развития на уровне региональных экономик // Механизм регулирования экономики. 2009. № 1. С. 194 – 202.

DEFINITION OF ECOLOGICAL FOOTPRINT BY GIS: THE CASE OF KONAKOVSKY DISTRICT

D. A. Midorenko, A. A. Rybakova

Tver State University, Tver

The article proposes an original method of determining ecological footprints and the biological potential of one of the administrative district of Tver region by means of geographical information systems based on remote sensing data.

Keywords: *ecological footprint and biological potential, global hectares, the data of remote sensing, geographic information system*

Об авторах:

МИДОРЕНКО Дмитрий Адольфович – начальник отдела разработки и внедрения информационных технологий в учебный процесс (ТвГУ), e-mail: midorenko@mail.ru

РЫБАКОВА Алена Андреевна – студентка 1 курса магистратуры факультета географии и геоэкологии ТвГУ, e-mail: allenska_ribka@mail.ru