

УДК [574:504](282.247.41)

**ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ
АНТРОПОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
НА ПЕРВИЧНУЮ БИОПРОДУКТИВНОСТЬ
НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА**

Р. С. Кузнецова

*Институт экологии Волжского бассейна РАН
Россия, 445003, Тольятти, Комзина, 10
E-mail: razina-2202@rambler.ru*

Поступила в редакцию 18.05.12 г.

Прогнозная модель влияния антропогенной составляющей на первичную биопродуктивность наземных экосистем Волжского бассейна. – Кузнецова Р. С. – С использованием экологической информационной системы REGION построены прогнозы на 2030 г. с учетом антропогенной составляющей. При этом сделан вывод о том, что выбросы в атмосферу не оказывают существенного влияния на снижение продуктивности наземных экосистем.

Ключевые слова: экологическая информационная система, прогнозирование, антропогенная составляющая, изменение климата.

A prognostic model of the anthropogenic component influence on the primary productivity of terrestrial ecosystems of the Volga basin. – Kuznetsova R. S. – Prognoses have been made for 2030 with the use of the REGION environmental information system in view of the anthropogenic component. A conclusion is made of the emissions to the atmosphere having no significant impact on the reduction of productivity of terrestrial ecosystems.

Key words: environmental information system, forecasting, anthropogenic component, climate change.

ВВЕДЕНИЕ

Двадцать лет назад в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН «Окружающая среда и развитие» была принята концепция о переходе в XXI столетии к стратегии устойчивого развития. Это явилось откликом мирового сообщества на массивный поток информации о деградации всех природных экосистем под непомерным антропогенным воздействием. Многие государства, в том числе и Россия, официально приняли программы перехода к устойчивому развитию, цель которого – в благополучии ныне живущих и будущих поколений на основе сохранения и обогащения природного и культурного наследия при использовании производственно-хозяйственных рычагов развития.

Там же была принята рамочная конвенция ООН по изменению климата, главной целью которой стало ограничение выбросов парниковых газов в атмосферу. Конвенция вступила в действие в 1994 г. В 1997 г. был принят Киотский протокол, который устанавливает количественные ограничения на объёмы выбросов парниковых газов промышленно развитыми государствами.

Изменение климата планеты является одним из наиболее динамичных природных процессов, который влияет на эволюцию биосферы и определяет ее будущее состояние. В последние десятилетия наблюдается увеличение среднепланетарной температуры воздуха (Коломыц, 2003). Ученые связывают столь глобальное явление с ростом концентрации парниковых газов в атмосфере в результате сжигания углеводородного топлива (угля, нефти, газа). Это не может не отражаться на показателях функционирования природной среды, в частности таком, как первичная биологическая продуктивность.

Первичная биологическая продуктивность представляет собой фундаментальное свойство биосферы, обеспечивает ее энергетические ресурсы и является важнейшим параметром функционирования экосистем. Она относится к показателям устойчивости среды, поскольку отражает способность экосистемы в минимальные сроки восстановить себя в случае антропогенных нарушений.

Наибольшей продуктивностью отличается травянистая и травяно-древесная растительность в условиях достаточного увлажнения и на плодородных почвах пойм и приозерных впадин, в тропиках и субтропиках (Базилевич, 1993; Базилевич, Родин, 1969). Продуктивность лесов выше, чем травянистой растительности, расположенной вне пойм, она снижается при переходе от тропических лесов к лесам умеренной, а затем бореальной зоны.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом нашего исследования является территория Волжского бассейна, которая охватывает более половины европейской части России. Обширность территории Волжского бассейна, охватывающая природные зоны от южной тайги до полупустыни, обуславливает большую пространственную неоднородность растительности. Почти половина из типов растительности европейской части страны представлены в Волжском бассейне.

Обширность региона определяет большие климатические различия. Климат Верхней и Средней Волги можно считать умеренно-континентальным с холодной зимой и умеренно теплым летом. На этой территории большее влияние оказывает западно-восточный перенос с преобладанием циклонической деятельности атлантических и арктических воздушных масс. Для Нижнего Поволжья характерны воздушные массы азиатского происхождения, переохлажденные зимой и перегретые летом. Соответственно климат здесь более континентальный.

Промышленность и сельское хозяйство в Волжском бассейне дают почти третью часть всей продукции России и, соответственно, пропорционально этому велика антропогенная нагрузка на регион. Все это делает регион Волжского бассейна одним из наиболее напряженных по экологической обстановке (Краснощеков, Розенберг, 1999; Найдено, 2003; Розенберг, 2009) и требует перехода к устойчивому развитию.

Для построения прогнозной модели использованы методы экспертной системы REGION. Основные принципы и концепция построения экологической информационно-системы REGION (ЭИС REGION) подробно изложены в ряде работ (База эколого-экономических..., 1991; Розенберг и др., 1995; Розенберг, Красно-

ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

щевых, 1996; Костина и др., 2003; Костина, 2005; Костина, Кузнецова, 2005; Шитиков и др., 2005). Эта система явилась одним из первых опытов комплексного анализа пространственно распределенной информации и объединяет в себе иерархию баз различного регионального уровня.

База данных ЭИС REGION включает пространственно распределенную информацию по 24 областям и автономным республикам Волжского бассейна, которые поделены на участки прямоугольной формы. В базу данных были введены гидроклиматические параметры, такие как средние температуры января и июля и суммы осадков холодного и теплого периодов, рассчитанные на базовый период (среднемноголетние данные наблюдений гидрометеостанций и постов за 100 лет). Для всех участков рассчитывалось среднее значение показателя, который и считается принятым для каждой точки выделенного участка.

В качестве показателей антропогенной нагрузки послужили данные официальной статистики по валовому региональному продукту и суммарным выбросам в атмосферу загрязняющих веществ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для построения прогнозной модели изменения первичной биологической продуктивности в условиях меняющегося климата и усиления антропогенного воздействия на экосистемы использован алгоритм множественной регрессии с исключением несущественных показателей по методу И. Я. Липы (1971). Полученная модель позволила построить прогноз изменения показателя первичной биопродуктивности в условиях меняющегося климата на 2010, 2030 и 2050 гг. В данной работе рассматривается прогноз изменения первичной биопродуктивности на 2030 г. с учетом антропогенной составляющей. В этом периоде ожидаются крайне неблагоприятные изменения климатических условий для многих экосистем, особенно в южной части рассматриваемой территории, где произойдет еще большая аридизация климата.

С использованием пространственно распределенной гидроклиматической информации базового периода, а также параметров антропогенного воздействия на территорию Волжского бассейна получена следующая модель:

$$Y = -2.18 + 0.11X_1 + 0.25X_2 + 0.02X_3 + 0.01X_4 - 0.01X_5 - 0.05X_6, \quad (1)$$

где X_1 – температура января; X_2 – температура июля; X_3 – сумма осадков за холодный период; X_4 – сумма осадков за теплый период; X_5 – валовый региональный продукт; X_6 – суммарные выбросы в атмосферу загрязняющих веществ.

Включенные в модель суммарные выбросы загрязняющих веществ состоят из оксида углерода, оксида азота, диоксида серы и др. Для расчетов в модели рассматриваются два варианта уровней загрязняющих веществ, на 20 и 50% превышающих уровень среднего показателя за 1995 – 2000 гг.

Другой антропогенный фактор – валовый региональный продукт, который принят в 2 раза превышающий уровень 2000 г. Он является обобщающим показателем развития регионов, измеряющим валовую добавленную стоимость и исчисляемый путем исключения из суммарной валовой продукции объемов ее промежу-

точного потребления, а, как известно, чем выше в регионе показатель валового продукта, тем выше уровень развития промышленности и сельского хозяйства и, следовательно, выше антропогенная нагрузка. По полученной модели видно, что эти показатели имеют отрицательное влияние на биопродуктивность.

Самая высокая доля суммарных выбросов на территории Волжского бассейна приходится на Московскую и Тульскую области (рис. 1).

Суммарные выбросы в Московской области достигают до 50 т/км^2 , основная их доля приходится на предприятия химической и нефтехимической промышленности, теплоэнергетику, на машиностроительную и металлургическую промышленность и автотранспорт. В Тульской области основная доля выбросов приходится на развитую в регионе химическую промышленность, производство черных и цветных металлов, машиностроение и целлюлозно-бумажную промышленность. Высока доля выбросов в Самарской области как одном из наиболее развитых регионов, где сосредоточено множество предприятий химической, нефтехимической и машиностроительной промышленности.

Самый высокий уровень валового регионального продукта на территории Волжского бассейна наблюдается в Московской области, Республике Татарстан, в Самарской и Пермской областях (рис. 2). Удельный вес в валовом региональном продукте в общероссийских экономических показателях 2000 г. Московской области составляет 3.9%, Татарстана – 3.0%, Самарской области – 2.9%.

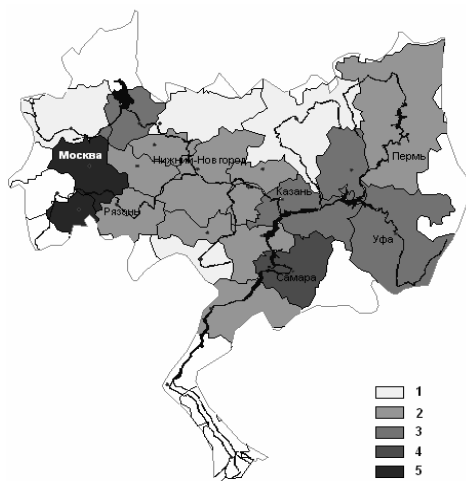


Рис. 1. Суммарные выбросы загрязняющих веществ (средние значения 1995 – 2000 гг.) по административно-территориальным единицам Волжского бассейна, т/км^2 : 1 – до 5, 2 – 5 – 10; 3 – 10 – 15, 4 – 15 – 20, 5 – 20 и более

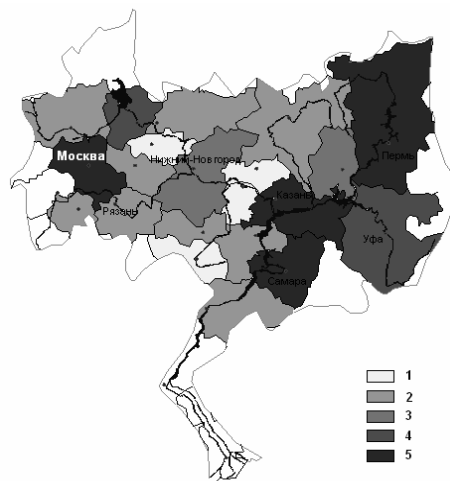


Рис. 2. Валовый региональный продукт (2000 г.) по административно-территориальным единицам Волжского бассейна, млн руб. / чел.: 1 – <15, 2 – 15 – 20, 3 – 20 – 25, 4 – 25 – 30, 5 – >30

По модели, где рассматривается сценарий с увеличением валового регионального продукта в 2 раза, наблюдается некоторое снижение уровня биопродуктивно-

сти (рис. 3). Причем, в наиболее промышленно развитых регионах и наблюдается снижение уровня продуктивности экосистем. Так, в вышеобозначенных регионах с высоким уровнем валового продукта, таких как Московская, Самарская, Пермская области и Республика Татарстан, биопродуктивность снижается в среднем на 0.5 – 0.6 т/га в год, в то время как в регионах с низким уровнем развития промышленности, например, в Ивановской и Пензенской областях – на 0.1 – 0.2 т/га в год. А в среднем по всему Волжскому бассейну – на 0.3 т/га год.

При рассмотрении сценария с увеличением суммарных выбросов в атмосферу на 20.0% уровень биопродуктивности практически не меняется. В связи с этим можно предположить, что растительные экосистемы, включая свои регулятивные свойства, более или менее справляются с выбросами в атмосферу.

По рассматриваемому сценарию, где суммарные выбросы загрязняющих веществ увеличиваются на 50%, наблюдается снижение уровня биопродуктивности на 0.1 т/га в год по всей территории бассейна равномерно (рис. 4).

Если рассматривать, как изменится биопродуктивность в разрезе административного деления Волжского бассейна, то больше всего увеличится уровень продуктивности в Тверской, Ярославской, Костромской и Рязанской областях. Почти все эти регионы находятся в зоне южной тайги, где предполагается в данном периоде наибольший рост продуктивности.

Меньший рост продуктивности в результате изменения климата ожидается в Самарской области и в Башкортостане. Обе территории находятся в зоне лесостепи и северной степи, где на этот период прогнозируется наименьший рост продуктивности.

Учитывая антропогенную составляющую, больше всего пострадают экосистемы опять же Самарской области и Башкортостана. Повышение продуктивности здесь предполагается на 1.2 и 1.0 т/га в год соответственно. Существенно умень-

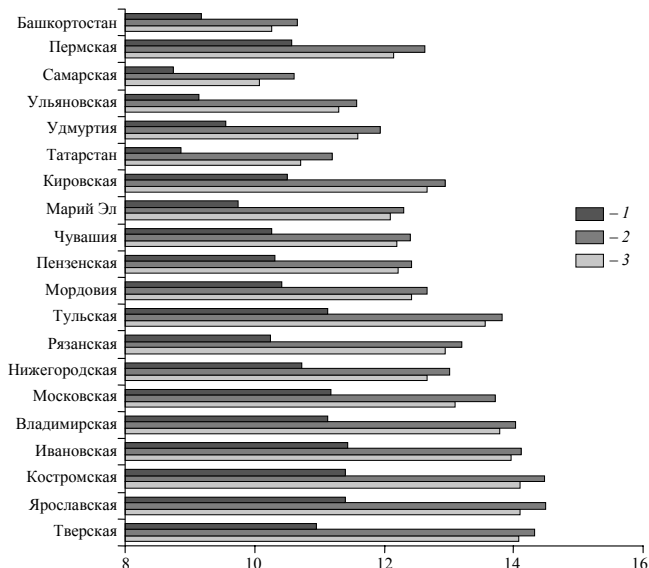


Рис. 3. Изменение уровня первичной биологической продуктивности наземных экосистем Волжского бассейна на 2030 г. по административно-территориальным единицам, т/га в год: 1 – первичная биопродуктивность базового периода, 2 – прогноз на 2030 г., 3 – прогноз на 2030 г. при увеличении валового регионального продукта в 2 раза

шится продуктивность за счет антропогенной составляющей и в таких экономически развитых регионах, как Московская и Пермская области и Республика Татарстан.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам прогнозной модели на 2030 г., построенной с учетом антропогенной составляющей, можно сделать вывод, что выбросы в атмосферу не

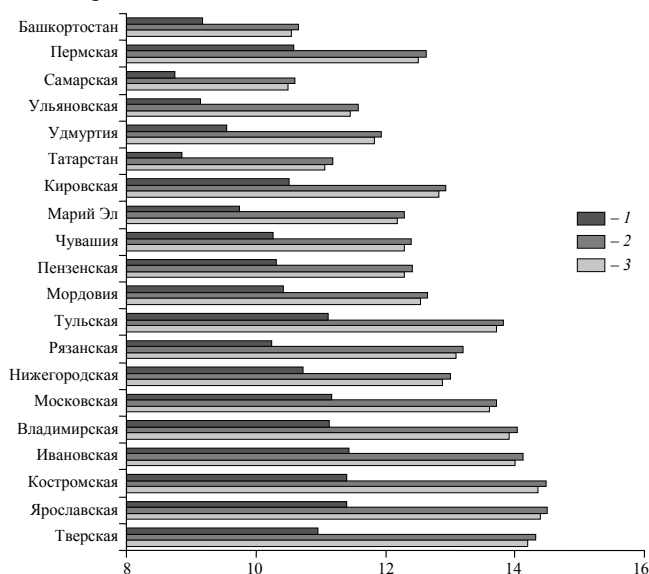


Рис. 4. Изменение уровня первичной биопродуктивности Волжского бассейна на 2030 г. по административно-территориальным единицам, т/га в год: 1 – первичная биопродуктивность базового периода, 2 – прогноз на 2030 г., 3 – прогноз на 2030 г. с учетом увеличения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на 50%

оказывают существенного влияния на снижение продуктивности наземных экосистем. По крайней мере, модель, рассматривающая региональный уровень, не выявила сильного отрицательного воздействия. Более существенное влияние на снижение продуктивности наземных экосистем оказывает уровень экономического развития региона. Это говорит о том, что для устойчивого развития столь крупного региона, как Волжский бассейн, должна быть сбалансированная и согласованная политика между ее административными единицами в области природопользования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда «Волжские земли в истории и культуре России» (проект № 12-12-63005), Программы грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (проект № НШ-3018.2012.4), Российского фонда фундаментальных исследований РФФИ-Поволжье (проект № 13-04-97004), Программ фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» и ОБН РАН «Биологические ресурсы России: динамика в условиях глобальных климатических и антропогенных воздействий».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

База эколого-экономических данных крупного региона : метод. пособие / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 1991. 62 с.

ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ ВЛИЯНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М. : Наука, 1993. 293 с.

Базилевич Н. И., Родин Л. Е. Географические закономерности продуктивности и круговорота химических элементов в основных типах растительности Земли // Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1969. С. 24 – 32.

Коломыц Э. Г. Региональная модель глобальных изменений природной среды. М. : Наука, 2003. 371 с.

Костина Н. В. REGION: Экспертная система состояния и управления биоресурсами / под ред. Г. С. Розенберга. Тольятти : Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2005. 132 с.

Костина Н. В., Кузнецова Р. С. Некоторые подходы к оценке экологического состояния территории // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2005. Т. 2., спец. вып. «ELPIT-2005». С. 265 – 268.

Костина Н. В., Розенберг Г. С., Шитиков В. К. Экспертная система экологического состояния бассейна крупной реки // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2003. Т. 5, № 2. С. 287 – 294.

Краснощечков Г. П., Розенберг Г. С. Естественно-исторические аспекты формирования территории Волжского бассейна // Изв. Самар. науч. центра РАН. 1999. Т. 1, № 1. С. 108 – 117.

Лиена И. Я. Показатель удельного влияния факторов воздействия // Учён. зап. Латв. ун-та. Рига, 1971. С. 36 – 40.

Найденко В. В. Великая Волга на рубеже тысячелетий. От экологического кризиса к устойчивому развитию : в 2 т. Н. Новгород : Промгафика, 2003. Т. I. 432 с.; Т. II. 368 с.

Розенберг Г. С. Волжский бассейн : на пути к устойчивому развитию. Тольятти : Касандра, 2009. 478 с.

Розенберг Г. С., Краснощечков Г. П. Волжский бассейн : экологическая ситуация и пути рационального природопользования / Ин-т экологии Волжского бассейна РАН. Тольятти, 1996. 249 с.

Розенберг Г. С., Краснощечков Г. П., Шитиков В. К. К созданию пространственно-распределенной базы эколого-экономических данных бассейна крупной реки (на примере Волжского бассейна) // Вопросы экологии и охраны природы в лесостепной и степной зонах : межвед. сб. науч. тр. Самара : Изд-во «Самарский университет», 1995. С. 8 – 15.

Шитиков В. К., Костина Н. В., Кузнецова Р. С. Методы построения синтетических показателей для экологического картографирования территории // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2005. Спец. вып. «Актуальные проблемы экологии». С. 74 – 83.