

6. Агентство Республики Казахстан по статистике [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.stat.kz/digital/vnesh_torg/Pages/default.aspx (дата обращения: 03.10.2013).
7. Внешняя торговля [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://belstat.gov.by/homep/ru/indicators/doclad/2013_1/09.pdf (дата обращения: 07.10.2013).
8. Внешняя торговля Республики Беларусь : стат. сб. Минск, 2013. С. 98, 103, 203, 205.
9. Равский М. Сколько Беларусь зарабатывает на нефти [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bdg.by/news/economics/23031.html> (дата обращения: 07.10.2013).
10. Белорусские гастарбайтеры: кто они, почему нелегалы и сколько зарабатывают [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://naviny.by/rubrics/society/2013/02/04/ic_articles_116_180722/ (дата обращения: 08.10.2013).

Поступила в редакцию 01.07.2014.

Алексей Николаевич Шавель – старший преподаватель кафедры экономической географии Беларуси и государств Содружества географического факультета БГУ.

УДК 551.482(476)

Е. Г. КОЛЬМАКОВА, С. В. ГРИБ

ГИС-МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОГЕННОГО СТОКА РЕК В БАССЕЙНЕ РЕКИ ДНЕПР

Рассмотрены методы оценки и ГИС-моделирования биогенного стока рек Беларуси на примере бассейна р. Днепр. В основу исследования положены данные по химическому составу и расходам воды рек за 2001–2010 гг. Выполнена количественная оценка валового и удельного выноса азота аммонийного, азота нитратного, фосфора общего и железа общего с водным стоком рек в 40 пунктах мониторинга. На основе созданной базы геоданных проведено ГИС-моделирование загрязнения поверхностных вод в бассейне р. Днепр. Впервые составлены картографические модели среднемноголетнего модуля стока азота аммонийного, азота нитратного, фосфора общего в бассейне р. Днепр. Посредством геопространственного анализа выявлены региональные различия в пространственной структуре биогенного стока рек. Установлены водосборы, характеризующиеся экстремальными и фоновыми показателями выноса биогенных веществ речным стоком.

Ключевые слова: водные ресурсы; Днепр; качество речных вод; биогенные вещества; ГИС-моделирование.

The article is devoted to the assessment and GIS-modeling of nutrient river flow in Belarus on the example of the Dnieper river basin. The research was based on the data of chemical composition and water flow of the rivers for the period 2001–2010. The quantitative estimation of total and per unit area removal of ammonia nitrogen, nitrate nitrogen, total phosphorus and total iron by river water flow at 40 monitoring points was carried out. On the basis of the created geodatabase GIS-modeling of surface water pollution in the Dnieper basin was resulted in four maps. For the first time the cartographic models of the mean annual removal of ammonium, nitrate, phosphorus and iron in the Dnieper river basin were compiled. The regional differences in the modern spatial structure of the nutrients river flow were analyzed by geospatial analysis. The watersheds which are characterized by extreme and background nutrients removal by river water flow were identified.

Key words: water resources; Dnieper; river water quality; nutrients; GIS-modeling.

Ионный сток рек представляет собой интегральную характеристику процессов формирования химического состава поверхностных вод. В ненарушенных природных условиях он определяется интенсивностью физико-химических и биологических процессов, активно протекающих в зоне контакта водной массы и коры выветривания. В условиях техногенеза фоновые гидрохимические характеристики претерпевают трансформацию вследствие изменения геохимических путей и масштабов миграции химических соединений. Дополнительное привнесение человеком в агрохозяйственные ландшафты биогенных компонентов способствует усилению выноса азота и в меньшей степени фосфора с поверхностной и подземной составляющих водного стока. Биогенные элементы также активно привносятся с коммунально-бытовыми отходами, со сточными водами предприятий животноводства, пищевой, деревообрабатывающей и химической промышленности. Это приводит к постепенной смене естественного гидрохимического фона в пределах гидрокарбонатно-кальциевого класса вод.

Одна из задач практики управления водными ресурсами – совершенствование существующих и развитие новых методов оценки состояния водных объектов, которая сегодня решается с помощью ГИС-технологий, обеспечивающих комплексный мониторинг речных систем. Главную роль здесь играет геопространственный анализ территории, посредством которого выявляются пространственные закономерности формирования водного и химического стока рек [1].

Цель настоящей работы – оценка пространственной структуры выноса биогенных веществ с водным стоком рек в бассейне р. Днепр (в пределах Беларуси) с помощью ГИС-технологий. Актуальность исследования обусловлена тем, что без количественной оценки миграции веществ в водном потоке невозможны установление допустимой величины антропогенной нагрузки на водные объекты и оценка трансграничного переноса загрязняющих веществ речным потоком.

Материалы и методика исследований

В основу исследования положены обработанные авторами многолетние данные химического состава и расходов воды рек ГУ «Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды» и ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр» Департамента по гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [2]. Выбор репрезентативных створов наблюдений (40) на средних и малых реках бассейна р. Днепр проводился исходя из обеспеченности гидрохимических створов синхронной гидрологической информацией: р. Днепр – в пос. Сарвиры, выше и ниже городов Орши, Шклова, Могилева, Речицы, Быхова, п. г. т. Лоева; р. Березина – в пос. Броды, выше и ниже городов Борисова, Бобруйска, Светлогорска; р. Свислочь – в поселках Хмелевка, Королищевичи, Свислочь; р. Сушанка – в пос. Суша; р. Сож – выше и ниже городов Кричева, Славгорода, Гомеля; р. Вихра – выше и ниже г. Мстиславля; р. Проня – в пос. Летяги; р. Беседь – в пос. Светиловичи; р. Жадунька – выше и ниже г. Костюковичи; р. Ипуть – выше и ниже г. Добруша; р. Уза – выше и ниже г. Гомеля. В целях исследования выбраны следующие параметры, отражающие биогенный состав: азот аммонийный, азот нитратный, фосфор общий, железо общее. Фактический материал отобран по среднегодовым концентрациям химических веществ и среднегодовым расходам воды за 2001–2010 гг. Контроль первичных данных осуществлялся на основе требований, предъявляемых к сбору гидрохимической информации.

Для количественной оценки выноса химических веществ речным стоком в бассейне р. Днепр использована общепринятая методика, адаптированная нами применительно к территории Беларуси и апробированная на бассейне р. Неман [1, 3]. Для всех водотоков бассейна разработаны расчетные модели оценки стока с учетом несоответствия расположения гидрохимических постов гидрологическим. Полученные показатели валового выноса биогенных веществ речным стоком с площади водосборов (кг/год) с целью сравнительного анализа переведены в удельные величины – модуль стока (кг/км² в год).

Для выполнения геопространственного анализа биогенного стока сформирована база геоданных «Сток загрязняющих веществ рек в бассейне Днепра» на основе ГИС ArcGIS 10. Разработанная информационная среда, содержащая ряд составляющих, обеспечивает интеграцию и использование распределенной информации, а ГИС-технологии – ее обработку в соответствии с географической или административной привязкой. Картографическая основа включает базовые пространственные слои информации: гидрографическая сеть (крупные, средние, малые реки, озера), границы водосборов рек в пределах бассейна р. Днепр, административные центры, типы землепользования, точечные источники загрязнения вод. Все объекты имеют соответствующие атрибутивные параметры. В базу данных гидрохимического контроля входят сведения о местоположении пунктов мониторинга расходов воды и качества вод, а также характеристики сети станций, включающие информацию о наименовании поста и водного объекта, концентрации химических веществ, величине расходов воды, сроке наблюдений. Нормативная база представляет собой справочник по загрязняющим веществам, содержащий информацию о полном их наименовании, параметрах оценки, предельно допустимых концентрациях. Созданная на базе ГИС информационная среда системы оценки позволяет проводить как временной, так и пространственный анализ, оценивать качество водных объектов в разных контрольных створах. Данный ГИС-проект позволил впервые для бассейна р. Днепр (в пределах Беларуси) получить картографические модели стока биогенных веществ. При их создании совокупность значений концентраций химических веществ дифференцировалась на отдельные классы по методу равных интервалов, как это принято в гидрохимической практике [3].

При анализе пространственной дифференциации и динамики показателей удельного выноса химических веществ с водосбора рек учитывались колебания расходов воды, которые оказывают непосредственное влияние на формирование массы мигрирующих соединений. Принималось допущение, что химический состав воды в замыкающем створе реки является результирующей процессов загрязнения и самоочищения во всем водосборе.

Результаты исследований и их обсуждение

Геопространственный анализ модуля стока азота аммонийного в бассейне р. Днепр показал, что привнесение азотных соединений в водоток вследствие агрохозяйственного освоения водосбора в верхнем участке уступает поступлению от промышленных источников в среднем и нижнем течении (рис. 1). Наименьший показатель зафиксирован для участка р. Сож выше г. Мстиславля (64 кг/км²). Интенсивнее вынос азота аммонийного осуществлялся с водным стоком на следующих участках: р. Березина – ниже г. Борисова (271 кг/км²) в связи со сбросом сточных вод ОАО «Борисовдрев», ГКУП «Борисовводоканал»; р. Уза – ниже г. Гомеля (181 кг/км²), ниже выпусков КПУП «Гомель-

водоканал»; р. Днепр – ниже г. Речицы (163 кг/км^2) вследствие стоков ОАО «Речицадрев», ОАО «Речицкий текстиль», КУП «Речицаводоканал». Наиболее загрязнены азотом аммонийным воды р. Свислочи в пос. Королищевичи – $1837,0 \text{ кг/км}^2$ из-за сброса сточных вод предприятиями Минской промышленной агломерации.

Поступление ионов аммония техногенного происхождения осуществляется как за счет точечных источников загрязнения, расположенных в непосредственной близости от водотоков, так и путем дополнительного привнесения в результате смыва с сельскохозяйственных угодий. Как известно, именно на нитратную форму приходится 90–98 % выносимых поверхностным смывом азотосодержащих удобрений.

Высокие показатели модуля стока азота аммонийного зафиксированы для магистральной р. Днепр на участке городов Орша – Быхов ($199–241 \text{ кг/км}^2$) и для р. Березины на участке городов Борисов – Бобруйск ($319–333 \text{ кг/км}^2$). Повышенный вынос ионов аммония в верховьях р. Березины объясняется залесенностью водосбора. Нагрузка по азоту аммонийному в р. Свислочи ниже пос. Королищевичи (до 1289 кг/км^2) многократно превышает допустимую (рис. 2). Относительно чистыми являются реки Ипать, Беседь, Уза, нижнее течение р. Сож ($58–90 \text{ кг/км}^2$), что вызвано сокращением доли пахотных земель в структуре земельного фонда указанных водосборов после загрязнения радионуклидами.

В природно-техногенных условиях главными источниками поступления фосфора в реки становятся коммунально-бытовые и промышленные сточные воды городов, стоки животноводческих предприятий и в меньшей степени поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий, воздействие которых приводит к трансформации естественного режима фосфора, росту его концентрации в воде и развитию процессов, способствующих эвтрофированию водных экосистем [4].

Повышенным значением модуля стока фосфора характеризуется р. Уза ниже г. Гомеля (92 кг/км^2) в результате влияния Гомельского промышленного узла, а также пограничные участки р. Днепр ($61–63 \text{ кг/км}^2$) – в черте пос. Сарвиры и ниже п. г. т. Лоева из-за привнесения фосфора с территории РФ и Украины. Традиционно наиболее «грязный» участок – р. Свислочь ниже пос. Королищевичи, со среднемноголетним показателем выноса фосфора $328,5 \text{ кг/км}^2$ (рис. 3). Фоновым значением модуля стока фосфора характеризуется верхнее течение р. Березины ($9–11 \text{ кг/км}^2$) благодаря расположенному в верховьях реки Березинскому биосферному заповеднику и практически полному отсутствию источников загрязнения. Для остальных водосборов показатели модуля стока фосфора общего варьируются в пределах $17–46 \text{ кг/км}^2$: р. Сож – $17–41 \text{ кг/км}^2$, р. Ипать – $40–46 \text{ кг/км}^2$, реки Беседь и Проня – 33 кг/км^2 , р. Жадунька – $30–40 \text{ кг/км}^2$.

Иная картина пространственной структуры характерна для выноса ионов железа с водным стоком рек: наибольшие показатели зафиксированы в верховьях рек, наименьшие – в низовьях (рис. 4). Это обусловлено тем, что в ненарушенных природных условиях господство на заболоченных участках восстановительной геохимической обстановки способствует активной водной миграции двухвалентного железа. Осушение болот изменило геохимическую обстановку с восстановительной на окислительную: переход с закисной формы в окисную повлек выпадение железа в осадок и снизил интенсивность его водной миграции [3]. В настоящее время установлен рост содержания ионов железа в воде: дренажные системы пришли в упадок, что, вероятно, вызвало сдвиг геохимического равновесия в сторону восстановительной обстановки. Активнее железо выносятся с водосборов, в которых сохранились болотные массивы: верхнее течение рек Днепр и Березины – $115–131 \text{ кг/км}^2$, р. Прони – 107 кг/км^2 . Максимальный модуль стока характерен для р. Сушанки – 274 кг/км^2 , в бассейне которой заболоченные земли занимают 34 % водосбора. Повышенный вынос железа речным стоком с водосбора р. Свислочи имеет техногенную природу. Для большинства остальных участков бассейна р. Днепр показатели модуля стока железа общего варьируются в пределах $31–110 \text{ кг/км}^2$.

Научная значимость выполненных исследований состоит в том, что впервые для белорусской части бассейна р. Днепр путем ГИС-моделирования созданы картографические модели среднемноголетних модулей стока биогенных веществ с водосборов малых и средних рек, позволяющие выполнить геопространственный анализ биогенного стока рек в масштабе целого речного бассейна.

Практическая значимость исследований заключается в том, что ГИС-проект и база геоданных «Сток загрязняющих веществ рек в бассейне Днепра» могут быть использованы в Центре радиационного контроля и мониторинга окружающей среды для эффективного мониторинга загрязнения малых и средних водотоков бассейна, а также при разработке рекомендаций и согласовании межгосударственных экологических проектов по улучшению качества вод трансграничного водотока – р. Днепр.

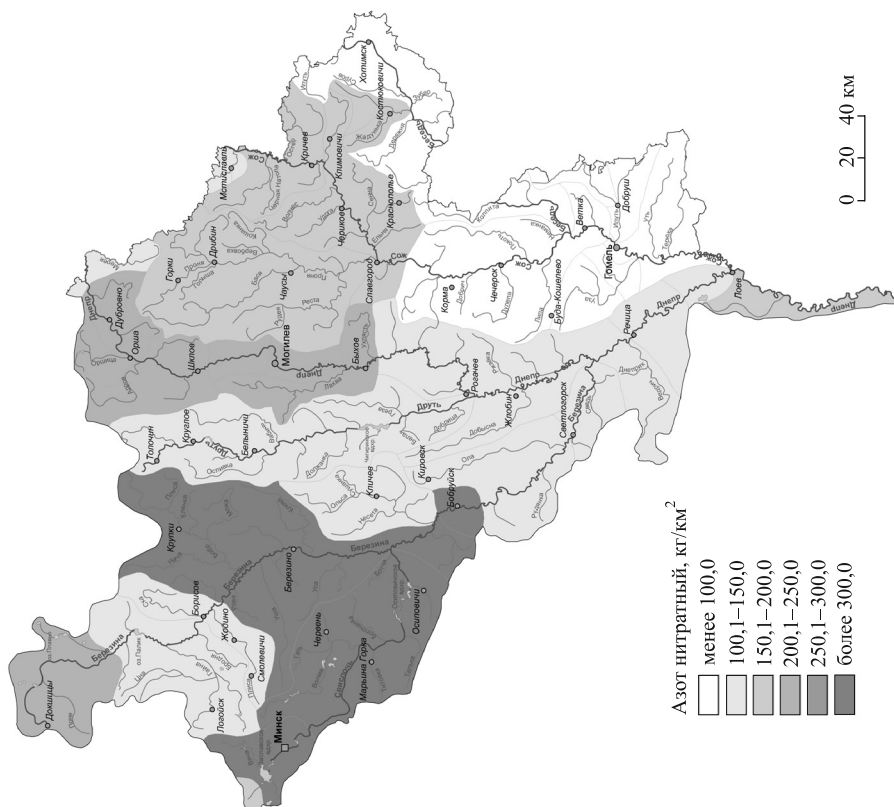


Рис. 2. Среднемноголетний модуль стока азота нитратного с водосборов рек бассейна р. Днепр

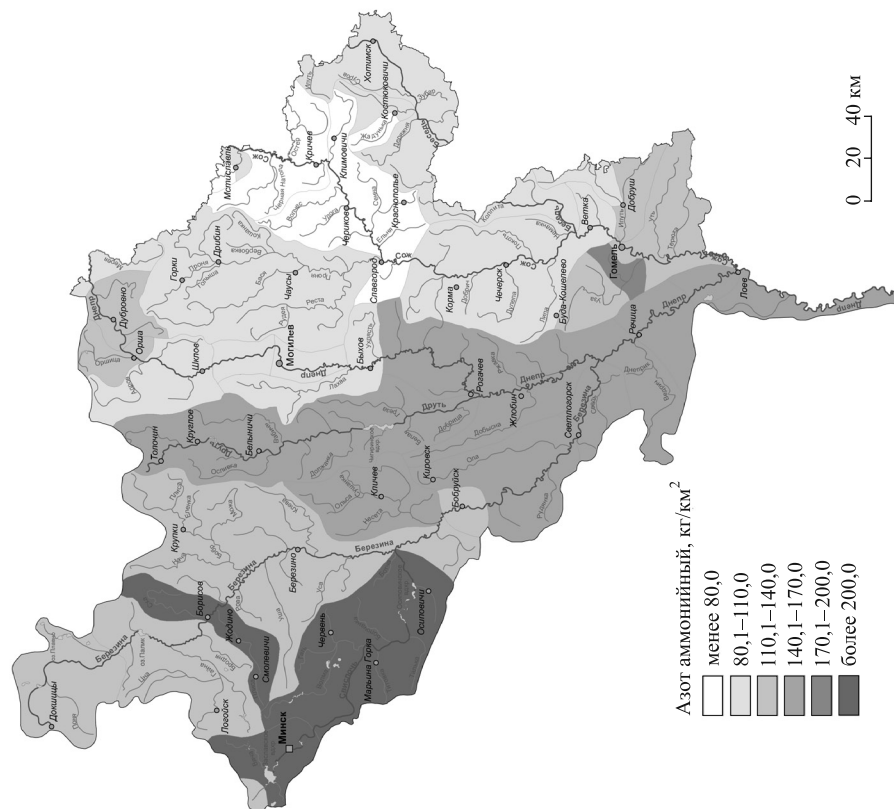


Рис. 1. Среднемноголетний модуль стока азота аммонийного с водосборов рек бассейна р. Днепр

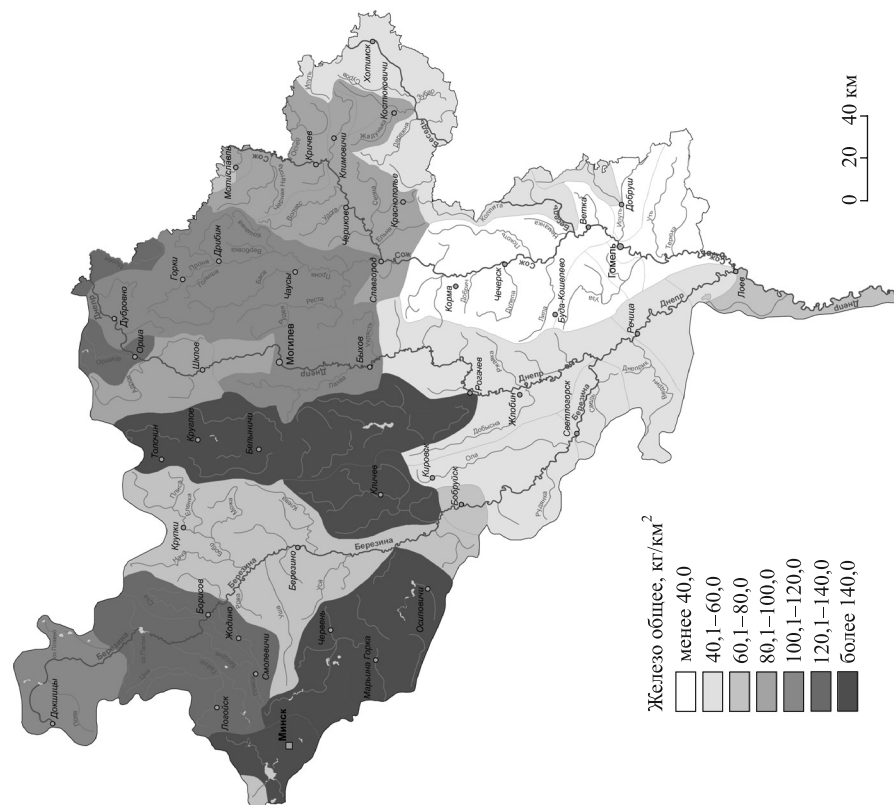


Рис. 4. Среднегодовое значение модуля стока железа обшего с водосборов рек бассейна р. Днепр

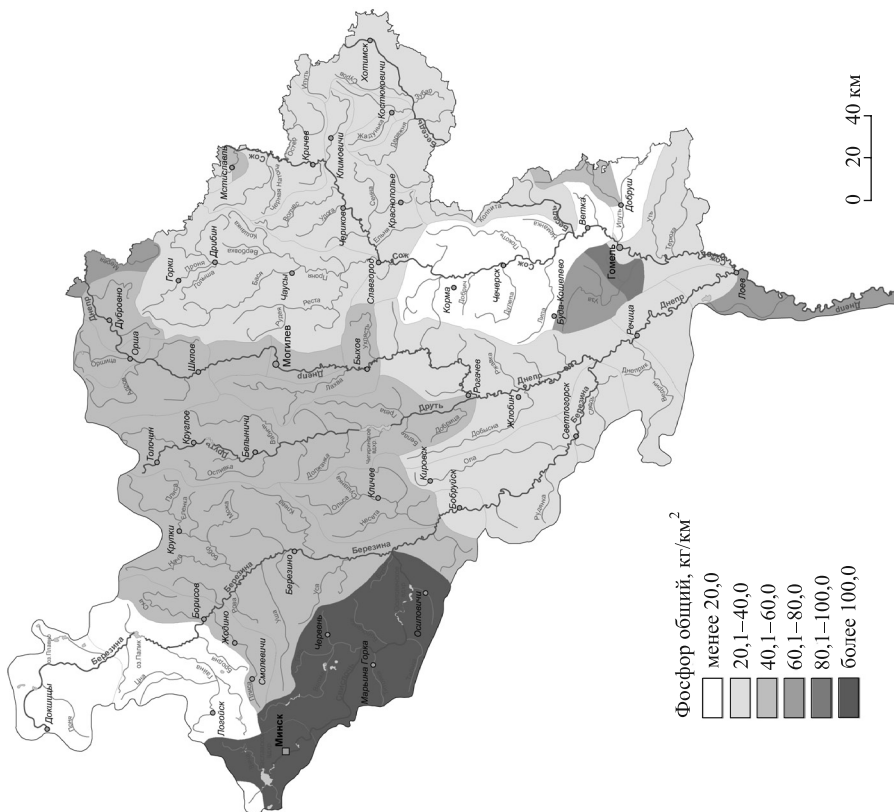


Рис. 3. Среднегодовое значение модуля стока фосфора обшего с водосборов рек бассейна р. Днепр

1. Кольмакова Е. Г., Маслова О. И., Гриб С. В. Биогенный сток рек бассейна Западной Двины как показатель агрохозяйственного освоения водосборов // Вучон. зап. Брэсц. ун-та. 2011. Вып. 7. С. 78–88.
2. Государственный водный кадастр: Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2001–2010 годы) / М-во природных ресурсов и охраны окружающей среды. Минск, 2002–2011.
3. Кольмакова Е. Г. Антропогенные изменения стока растворенных веществ рек бассейна Немана. Минск, 2009.
4. Ландшафтные воды в условиях техногенеза / под общ. ред. О. В. Кадацкой. Минск, 2005.

Поступила в редакцию 22.10.2014.

Елена Геннадьевна Кольмакова – кандидат географических наук, доцент географического факультета БГУ кафедры физической географии мира и образовательных технологий.

Сергей Валерьянович Гриб – аспирант кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ. Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ Н. В. Клебанович.

УДК 911.3.656(476)

Н. Ф. ВОРОНКОВА

ПРИОРИТЕТНЫЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ВЕКТОРЫ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В XXI в.

Рассматриваются тенденции внешнеэкономической деятельности Республики Беларусь на современном этапе, приоритетные направления сотрудничества, важнейшие торгово-экономические связи и партнерство в рамках Содружества Независимых Государств, углубление взаимодействия в коллективном формате, участие в интеграционных проектах на постсоветском пространстве. Проанализированы развитие стратегического партнерства с Российской Федерацией, наращивание экспортного потенциала по всем направлениям на основе повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции, создания инфраструктуры торговых рынков, роста экспорта услуг, его географические, геополитические и исторические факторы, товарооборот Республики Беларусь с государствами – участниками СНГ.

Ключевые слова: внешнеэкономическая деятельность; торгово-экономические связи; сотрудничество; экспорт; импорт; торговля; стратегическое партнерство; товарооборот; товарная структура экспорта и импорта Республики Беларусь.

Trends of foreign trade activity of the Republic of Belarus at the present stage, the priority directions of cooperation, the most important trade and economic contacts and partnerships within the Commonwealth of Independent States are distinguished, deepening cooperation in a collective format, participation in integration projects in the former Soviet Union. Development of strategic partnership with Russian Federation, strengthening export capacity in all areas on the basis of product competitiveness, infrastructure, trade, exports of services, its geographical, geopolitical and historical factors, trade turnover between Belarus and the CIS states are analyzed.

Key words: foreign economic activity; trade and economic relations; cooperation; export; import; trade; strategic partnership; commodity circulation; commodity structure of export and import of the Republic of Belarus.

Содружество Независимых Государств за два последних десятилетия стало единственной в своем роде платформой многостороннего взаимодействия его участников практически во всех областях. В экономической сфере наработана обширная международная правовая база развития торгово-экономических отношений, функционируют Экономический совет, Экономический суд, комиссия по экономическим вопросам при Экономическом совете СНГ, 39 действующих органов отраслевого сотрудничества. В настоящее время основополагающим документом, нацеленным на поиск взаимоприемлемых решений всего спектра экономических проблем, является Стратегия экономического развития Содружества Независимых Государств на период до 2020 г. Опыт СНГ позволил начать многоуровневую и разноскоростную интеграцию на постсоветском пространстве, создать такие востребованные форматы, как Союзное государство России и Беларуси, Организация Договора о коллективной безопасности, Евразийское экономическое сообщество (ЕвразЭС), Таможенный союз (ТС) и, наконец, Единое экономическое пространство (ЕЭП).

Углубление партнерства в рамках ТС и ЕЭП

Принципиально новые перспективы с точки зрения национальных интересов государств-участников открывают Таможенный союз и Единое экономическое пространство Беларуси, Казахстана и России. Создав их, государства приступили к формированию Евразийского экономического союза на основе договорно-правовой базы этих объединений. Участие Республики Беларусь в Таможенном союзе активизировало торгово-экономические связи государства со странами – участниками объединения. До начала функционирования Таможенного союза в 2010 г. торговые отношения Беларуси с Казахстаном были сведены к минимуму, в настоящее время Казахстан вышел на третье место в торговле Республики Беларусь со странами СНГ. И все же основным торговым партнером Беларуси среди стран – участниц Таможенного союза была и остается Россия (табл. 1), торговые отношения с которой упрощены в рамках Союзного государства.