



10/2017

Вопросы радиоэлектроники

ISSN 2218-5453

Для цитирования: Жильникова Н. А., Шишкин А. И., Епифанов А. В., Епифанова М. А. Программное обеспечение нормирования нагрузки в сложных водохозяйственных системах // Вопросы радиоэлектроники. 2017. № 10. С. 48–51. УДК 504.064.4, 004.94

Н. А. Жильникова¹, А. И. Шишкин², А. В. Епифанов², М. А. Епифанова²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

² ВШТЭ Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НОРМИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ В СЛОЖНЫХ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ

В основе проблемы нормирования нагрузки для разветвленных водохозяйственных систем в рамках промышленно-территориальных комплексов радиоэлектронных производств в сочетании с другими видами промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных предприятий лежит программно-техническое обеспечение. В статье рассмотрен алгоритм и программа обеспечения заданных экологических стандартов для каждого субъекта природно-технического комплекса. Предложена структура схематизации для классификации и типизации математических моделей природно-технических комплексов с различными типами водных объектов и характером процессов конвективно-диффузионного переноса и превращения веществ. В рамках комплекса взаимосвязанных задач сложных водохозяйственных систем предложено программное обеспечение для нормирования наиболее типичных видов нагрузки. При этом учитывается масштаб, сложность водохозяйственной системы, разнообразие характеристик водопользования всего территориального природно-технического комплекса.

Ключевые слова: природно-технический комплекс, программное обеспечение, базы данных, кадастровая и картографическая информация, экологическая безопасность, управленческие решения, геоинформационные технологии, имитационная модель.

Введение

Нормирование нагрузки для сложных водохозяйственных систем (СВС) связано с необходимостью построения математических моделей формирования качества воды, включая расчет кислородного режима, гидрологических характеристик (гидрографа стока, уровня воды и др.). Идентификация параметров указанных моделей для водных объектов исследуемых природно-технических комплексов (ПТК) проводится в пределах бассейновых округов [1–2] с учетом взаимодействия или взаимовлияния всех водопользователей. В качестве информационного обеспечения используются базы данных кадастровой, картографической информации и данные дистанционного зондирования, а также банки знаний по обеспечению экологической безопасности ПТК в пространстве и времени. На основании бассейновых норм допустимых воздействий (НДВ) определяются индивидуальные для каждого водопользователя нормативы допустимых сбросов (НДС) веществ в водные объекты, а также воздействие гидротехнических сооружений (ГТС) и различного вида водохозяйственных работ, приводящих к изменению гидрологического режима и водных экосистем [3, 4]. В качестве основных средств имитационного моделирования сложных водохозяйственных систем (СВС) для обоснования принятия управленческих решений

по распределению НДС в пределах ПТК бассейнового округа использованы современные геоинформационные технологии и средства визуализации. В основу имитационного моделирования заложен системный анализ ПТК, включая речной бассейн и все виды техногенной нагрузки, которые являются его составными частями [4]. Имитационная модель ПТК формализуется как система, характеризующаяся нормами и нормативами, принимаемыми для каждого водопользователя и вида воздействия с учетом их взаимовлияния. Индивидуальные для водопользователей НДС взаимосвязаны между собой и с видами воздействия функциональными или статистическими зависимостями в рамках бассейновых НДВ. Однако имеющиеся программные средства, с учетом специфики рассматриваемых задач, имеют неполную функциональную достаточность.

Геоинформационный моделирующий комплекс для задач экологического нормирования

Разработанное программное обеспечение для ГИС водохозяйственной системы в рамках ПТК обеспечивает функционирование в сетевом режиме с использованием всех возможных каналов связи и программную совместимость рассматриваемых территориально разнесенных субъектов.

Структура геоинформационной моделирующей системы (ГИМС-ПТК) с соответствующим

программным обеспечением позволяет реализовать широкий класс задач регионально-бассейнового нормирования техногенной нагрузки различного типа (см. рисунок). В соответствии с этой структурой устанавливается связь экологических НДВ с показателями деятельности отдельных предприятий, отраслей производства и групп предприятий на межотраслевом уровне с применением геоинформационного моделирующего комплекса [2]. Для различных уровней воздействия в рамках ПТК устанавливаются территориальные, отраслевые и ресурсные нормативы экологической безопасности во временном разрезе. При текущем нормировании необходимо сочетать интересы отдельных природопользователей с долгосрочными экологическими интересами бассейновых округов и временно установленными нормативами. При перспективном нормировании необходимо достижение заданных параметров к определенному сроку на основе установленных стандартов в предшествующий период действия нормативов. Перспективные нормативы переходят после установленного заранее срока в категорию текущих, т.е. рассматриваются как целевые функции осуществления природоохранной деятельности или конкретных мероприятий.

Разработанный геоинформационный моделирующий комплекс представляет собой геоинформационную online-систему ПТК с реализованными моделями переноса загрязняющих веществ для разных типов водных объектов (рисунок). Геоинформационная моделирующая система (ГИМС) включает в себя:

- блок моделирования переноса загрязняющих веществ и формирования качества воды в разветвленных водных объектах при неограниченном количестве и типе водопользователей ПТК;
- пространственную топооснову (набор структурированных в виде отдельных слоев данных о местности) в пределах ПТК;
- базу данных и банк знаний для расчета нормативов допустимого сброса (НДС);
- модель водного объекта в рамках ППС на базе программных продуктов ArcGis;
- базу геоданных моделирования процессов конвективно-диффузионного переноса и превращения загрязняющих веществ (КДПиПВ);
- представление данных в ГИС (отображение результатов имитационного моделирования на карте в ГИС) при разных сценариях распределения нагрузки и прогнозирования развития экологической ситуации.

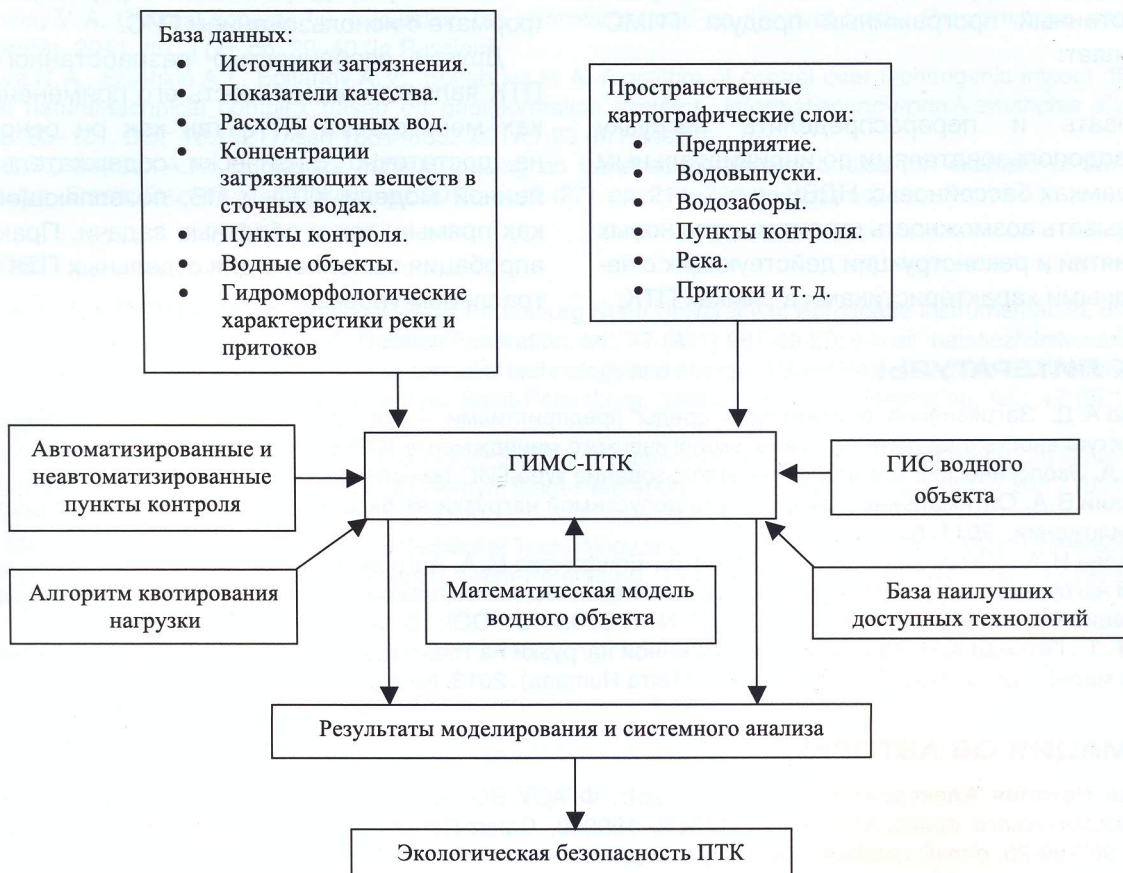


Рисунок. Структура программного комплекса ГИМС-ПТК

Блок моделирования дает возможность создания модулей расширения сторонними разработчиками без привлечения авторов основного приложения. Модуль расширения осуществляет самостоятельный прямой доступ к базам данных для работы со всеми основными сведениями о рассматриваемом бассейне.

Модель водного объекта в среде ГИС представлена в виде полигонов с однородными гидрологическими и морфологическими характеристиками, реализуется в соответствии с расчетной схемой водосбора и особенностей формирования качества воды. Набор программных модулей позволяет реализовать соответствующие математические модели КДП и ПВ для расчета полей концентраций при заданных краевых условиях и экспортировать результат на топооснову [4, 5]. Расчетный алгоритм осуществляется методом конечных разностей, путем разбиения модели водного объекта на ячейки, в пределах которых концентрации загрязняющих веществ являются постоянными. В результате работы программного модуля формируется шейп-файл, состоящий из множества полигонов в двухмерной реализации, каждому из которых ставится в соответствие номер расчетного элемента mx и ny , записанный в таблице атрибутов. Шейп-файл необходим для занесения значений поля концентраций, получаемого в результате моделирования и построения тематических карт в среде ГИС.

Разработанный программный продукт ГИМС-ПТК позволяет:

- квотировать и перераспределять нагрузку между водопользователями по индивидуальным НДС в рамках бассейновых НДС;
- обосновывать возможность строительства новых предприятий и реконструкции действующих с неоднородными характеристиками в рамках ПТК;

- рассчитать процессы переноса загрязняющих веществ при фактических, чрезвычайных и плановых параметрах сброса, а также с учетом естественных природных изменений (смена гидрологического режима);
- оптимизировать нагрузку от ряда водопользователей с целью минимизации негативного воздействия на водные ресурсы бассейна и обеспечения экологической безопасности.

Заключение

На основании созданного алгоритма нормирования нагрузки в сложных водохозяйственных системах предложена компоновка экологического информационно-программного комплекса в виде логической схемы взаимосвязи этих модулей геоинформационной моделирующей системы ГИМС-ПТК.

В рамках ГИМС-ПТК учтена вся совокупность математических и логических зависимостей, адекватно отражающих основные реальные количественные и качественные взаимосвязи основных параметров ПТК в виде связи входных воздействий параметров с их выходными результатами. Особенностью предложенной ГИМС-ПТК является достаточно полная информационная открытость с точки зрения как поддержки картографической информации и данных об основных источниках загрязнения, так и экспорта графической информации в том же формате с использованием ГИС.

Другой особенностью разработанного ГИМС-ПТК является возможность его применения в рамках мониторинга ПТК, так как он основывается на достаточно физически содержательной численной модели КДП и ПВ, позволяющей решать как прямые, так и обратные задачи. Практическая апробация выполнена для отдельных ПТК на межотраслевом уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сидорова А. Д. Загрязнение окружающей среды предприятиями – изготовителями радиоэлектронных средств (РЭС). Актуальность внедрения системы экологического менеджмента (СЭМ) // Молодой ученый. 2016. С. 208–213.
2. Краев Д. А. Экологический мониторинг и использование Web-ГИС технологий // ОНВ. 2012. № 2 (114). С. 196–199.
3. Знаменский В. А. Оптимальная схема расчета допустимой нагрузки на бассейн реки // Программные системы: теория и приложения. 2011. № 3 (7). С. 29–40.
4. Жильникова Н. А., Шишкин А. И., Епифанов А. В., Епифанова М. А. Алгоритм управления перераспределением техногенной нагрузки для территориальных природно-технических комплексов на основе геоинформационных систем // Информационно-управляющие системы. 2017. № 1. С. 93–101. DOI: 10.15217/issn 1684–8853.2017.1.93.
5. Фрумин Г. Т., Гетьман А. Н. Квотирование биогенной нагрузки на трансграничные водные объекты (на примере Балтийского моря) // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). 2013. № 2 (27). С. 214–220.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Жильникова Наталия Александровна, к.т.н., доцент, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП), 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д.67, лит. А, тел.: 8 (921) 987-99-20, e-mail: nataliazhilnikova@gmail.com.

Шишкин Александр Ильич, к.т.н., профессор, ВШТЭ Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (СПб ГУПТД), 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д. 4, тел.: 8 (921) 785-48-04, e-mail: aishishkin@yandex.ru.

Епифанов Андрей Валерьевич, доцент, к.т.н., ВШТЭ Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (СПб ГУПТД), 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д. 4, тел.: 8 (921) 575-47-42, e-mail: epifandr@yandex.ru.

Епифанова Марина Анатольевна, аспирант, ВШТЭ Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна (СПб ГУПТД), 198095, Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, д. 4, тел.: 8 (921) 408-69-19, e-mail: epif.marina@gmail.com.

For citation: Zhilnikova N.A., Shishkin A.I., Epifanov A.V., Epifanova M.A. Information-algorithmic support of environmental standardization for radioelectronic industry. Voprosy radioelektroniki, 2017, no. 10, pp. 48–51.

N. A. Zhilnikova, A. I. Shishkin, A. V. Epifanov, M. A. Epifanova

INFORMATION-ALGORITHMIC SUPPORT OF ENVIRONMENTAL STANDARDIZATION FOR RADIOELECTRONIC INDUSTRY

The problem of load regulation for branched water management systems in framework of industrial-territorial complexes of radio electronic production in combination with other types of industrial, communal and agricultural enterprises is software and hardware. The article considers the algorithm and the program for providing specified environmental standards for each subject of natural-technical complex. The structure of schematization for classification and typification of mathematical models for natural-technical complexes with various types of water objects and nature of convective-diffusion transfer and substances transformation processes is proposed. Within framework of interrelated tasks complex of complicate water management systems, the software is proposed for regulation the most typical types of load. This takes into account the scale, complexity of water management system, diversity of water use characteristics of territorial natural-technical complex.

Keywords: natural-technical complex, software, database, cadastral and cartographic information, environmental safety, management decisions, geoinformation technologies, simulated model.

REFERENCES

1. Sidorova A.D. Environmental pollution enterprises manufacturers of radio-electronic means (REM). The urgency of the implementation of an environmental management system (EMS). *Moloday ucheny*, 2016, pp. 208–213 (In Russian).
2. Kraev D. A. Environmental monitoring and use of Web-GIS technologies. *ONV*, 2012, no. 2 (114), pp. 196–199 (In Russian).
3. Znamenskiy V. A. Optimal scheme for calculating the permissible load on the river basin. *Programmnye sistemy: teoriya i prilozheniya*, 2011, no. 3 (7), pp. 29–40 (In Russian).
4. Zhilnikova N. A., Shishkin A. I., Epifanov A. V., Epifanova M. A. Algorithm of control over technogenic impact distribution for territorial natural-technical complex based on geoinformation systems. *Informatsionno-upravlyayushchie sistemy*, 2017, no. 1, pp. 93–101. DOI: 10.15217/issn 1684–8853.2017.1.93 (In Russian).
5. Frumin G. T., Getman A. N. Quotas for nutrient loading on transboundary water bodies (on example of the Baltic Sea). *Obshchestvo. Sreda. Razvitie (Terra Humana)*, 2013, no. 2 (27). pp. 214–220 (In Russian).

AUTHORS

Zhilnikova Nataliya, PhD, associate professor, Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, 67A, Bolshaya Morskaya ulitsa, Saint-Petersburg, 190000, Russian Federation, tel.: +7 (921) 987-99-20, e-mail: nataliazhilnikova@gmail.com.

Shishkin Aleksandr, PhD, professor, The higher school of technology and energy of Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 4, ulitsa Ivana Chernykh, Saint-Petersburg, 198095, Russian Federation, tel.: +7 (921) 785-48-04, e-mail: aishishkin@yandex.ru.

Epifanov Andrey, PhD, associate professor, The higher School of Technology and Energy, Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 4, ulitsa Ivana Chernykh, Saint-Petersburg, 198095, Russian Federation, tel.: 7 (921) 575-47-42, e-mail: epifandr@yandex.ru.

Epifanova Marina, graduate student, The higher School of Technology and Energy, Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 4, ulitsa Ivana Chernykh, Saint-Petersburg, 198095, Russian Federation, tel.: +7 (921) 408-69-19, e-mail: epif.marina@gmail.com.