

11. Цимбале́й Ю.М. Информационное обеспечение водопользования / Ю.М. Цимбале́й, В.И. Заносова // Экологические проблемы использования водных и земельных ресурсов на юге Западной Сибири: сб. науч. тр. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 1997. – С. 59-68.
12. Bolotov A.G. Water retention capacity of soils in the Altai Region / A.G. Bolotov, E.V. Shein, S.V. Makarychev // Eurasian Soil Science. 2019. Vol. 52. No. 2. pp. 187-192.
13. Болотов А.Г. Водоудерживающая способность почв Алтайского края / А.Г. Болотов, Е.В. Шейн, С.В. Макарычев // Почвоведение. 2019. Вып. 52. № 2. С. 187-192.
14. Заносова В.И. Экологические аспекты сельскохозяйственного водопользования в Алтайском крае / В.И. Заносова, С.В. Макарычев, Н.А. Алешина. - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. - 386 с.

**Данные об авторах:**

**Макарычев Сергей Владимирович**, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой физики Алтайского государственного аграрного университета, кафедра физики.

*Makarychev1949@mail.ru*

**Сотникова Светлана Григорьевна**, аспирант кафедры физики.

*Iren\_Sot@mail.ru*

**Лимонов Константин Александрович**, аспирант кафедры физики.

*limonov.konst@gmail.com*

*Алтайский государственный аграрный университет  
656049. г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98.*

**Data about the autor:**

**Makarychev Sergei Vladimirovich**, Dr. Bio. Sci., Prof., head physics dept.

**Sotnikova Svetlana Grigoryevna**, Aspirant, Physics dept.

**Limonov Konstantin Aleksandrovich**, Aspirant, Physics dept.

*Altai State Agricultural University*

*Russia, Barnaul, pr. Krasnoarmeyskiy, 98.*

**Рецензент: Насонов А.Д.**, кандидат физ-мат. наук, профессор кафедры физики и методов обучения физике Алтайского ГАУ.

УДК 004.9: 556.12

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАССИВОВ ДАННЫХ ДЛЯ  
КЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Наумов В.А.**

В учебный план магистратуры Калининградского государственного технического университета по направлению «Природообустройство и водопользование» включена дисциплина «Информационные технологии профессиональной деятельности». Лабораторные занятия по дисциплине предусматривают выполнение практических заданий с использованием, универсального программного обеспечения. Лабораторный практикум даёт студентам опыт исследовательской и проектной работы с использованием информационных технологий. В данной статье рассмотрены лабораторные занятия по изучению и использованию возможностей специализированных массивов данных для климатических исследований. Показан порядок отбора, проверки и обработки данных. Для примера построена теоретическая кривая обеспеченности максимальных годовых скоростей ветра в городе Калининграде.

**Ключевые слова:** природообустройство; водное хозяйство; информационные технологии; климатические исследования; специализированные массивы.

**USING SPECIALIZED DATA SETS FOR CLIMATE RESEARCH**

**Naumov V.A.**

The subject "Information technologies of professional activity" is included in the curriculum of the master's program of Kaliningrad State Technical University in the direction of "Environmental engineering and Water use". Laboratory classes in the discipline provide for the implementation of practical tasks using

universal software. Laboratory workshop gives students the experience of research and design work using information technology. This article describes laboratory classes on studying and using the capabilities of specialized data sets for climate research. The order of data selection, verification, and processing is shown. For example, a theoretical curve for the maximum annual wind speeds in the city of Kaliningrad is constructed.

**Keywords:** environmental engineering; water management; information technologies; climate research; specialized arrays.

В соответствии с требованиями Федерального закона [1] профессиональные компетенции в федеральных государственных образовательных стандартах, а также в примерных основных образовательных программах, должны определяться на основе соответствующих профессиональных стандартов (ПС). Практически во всех ПС указаны умения, связанные с современными информационными технологиями. В связи с этим, наряду с учебными дисциплинами «Информатика» и «Информационные технологии», изучаемыми студентами в бакалавриате по направлению «Природообустройство и водопользование», в учебный план магистратуры Калининградского государственного технического университета (КГТУ) включена дисциплина «Информационные технологии профессиональной деятельности».

В действующем учебном плане из 60 часов аудиторных занятий только 10 часов – лекционные занятия. Главное внимание уделено освоению современных информационных технологий профессиональной деятельности при выполнении лабораторных работ. Знания и навыки, полученные при изучении данной учебной дисциплины, используются при подготовке выпускной квалификационной работы (ВКР) и в профессиональной деятельности магистров. Лабораторные занятия по дисциплине «Информационные технологии профессиональной деятельности» предусматривают выполнение практических заданий на персональных компьютерах с использованием, универсального программного обеспечения [2, 3]: Microsoft Office, Autocad Civil 3D, Mathcad и др.

В [4] представлен список лабораторных работ и рассмотрены две из них:

- Изучение возможностей научной электронной библиотеки (НЭБ) eLIBRARY.RU;
- Формирование базы, монографий, научных журналов и статей по теме ВКР в НЭБ.

В данной статье подробнее рассмотрим лабораторные занятия, посвященные использованию специализированных массивов данных для климатических исследований.

С 2008 года базовые массивы данных по основным метеорологическим элементам (измеряемые каждые 3 часа) можно получить на Интернет-ресурсе [5] ФГБУ ВНИИ гидрометеорологической информации в рамках реализации концепции глобальной рамочной основы для климатического обслуживания, согласно которой должно быть обеспечено функционирование открытого полноценного доступа к специализированным климатическим массивам данных.

Государственный фонд данных о состоянии природной среды (Госфонд) содержит десятки архивов по различным разделам изучения природной среды (метеорология, гидрология, аэрология, океанография, загрязнения сред и т.п.) за период с 1874 г. по настоящее время. В лаборатории автоматизированной информационной системы ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» Росгидромета была разработана технология Аисори доступа к архивам Госфонда. Структура архивов описывается средствами **Языка описания гидрометеорологических данных (ЯОД)**, который реализует иерархическую модель. В качестве средства управления данными в технологиях используется специализированный пакет программного обеспечения, включающий Транслятор ЯОД, Компилятор запросов и Процессор запросов [6].

Массивы данных их архивов Госфонда широко используются в научных исследованиях (см. [7-9] и библиографию в них). Их объем может быть весьма велик, особенно при многолетних 8-срочных наблюдениях. Поэтому важно корректное формирование таких массивов с проверкой полноты и автоматизация их обработки.

Наземная наблюдательная сеть Калининградского ЦГМС состоит из 7 метеорологических станций. В базе [6] есть данные по четырем станциям (табл. 1). Данные по метеостанциям Пионерский, Черняховск и Мамоново отсутствуют.

Таблица 1

#### Координаты метеостанций Калининградской области

Номер метеостанции	Название	Координаты
26614	Советск	55.08 с.ш. 21.93 в.д.
26701	Балтийск	54.65 с.ш. 19.90 в.д.

26702	Калининград	54.72 с.ш. 20.62 в.д.
26706	Железнодорожный	54.38 с.ш. 21.30 в.д.

Не во всех разделах есть данные по калининградским метеостанциям. Например, в источнике «Метеопараметры в пограничном слое атмосферы» – нет.

В зависимости от темы ВКР формируется индивидуальное задание магистранта. Так, если ВКР связана с анализом водного баланса определенного бассейна, то это обработка массива данных по осадкам. Если направленность ВКР – инженерная защита территории или альтернативные источники энергии, то задание будет на обработку массива данных по скорости ветра.

Чтобы получить данные с максимальной скоростью ветра (порывов) выбираем источник «Основные метеорологические параметры (сроки)». Открываем страницу с описанием массива срочных данных (табл. 2, рис. 1). Видим, что в табл. 2 имеется большое количество метеорологических наблюдений, в том числе есть графа «Максимальная скорость ветра».

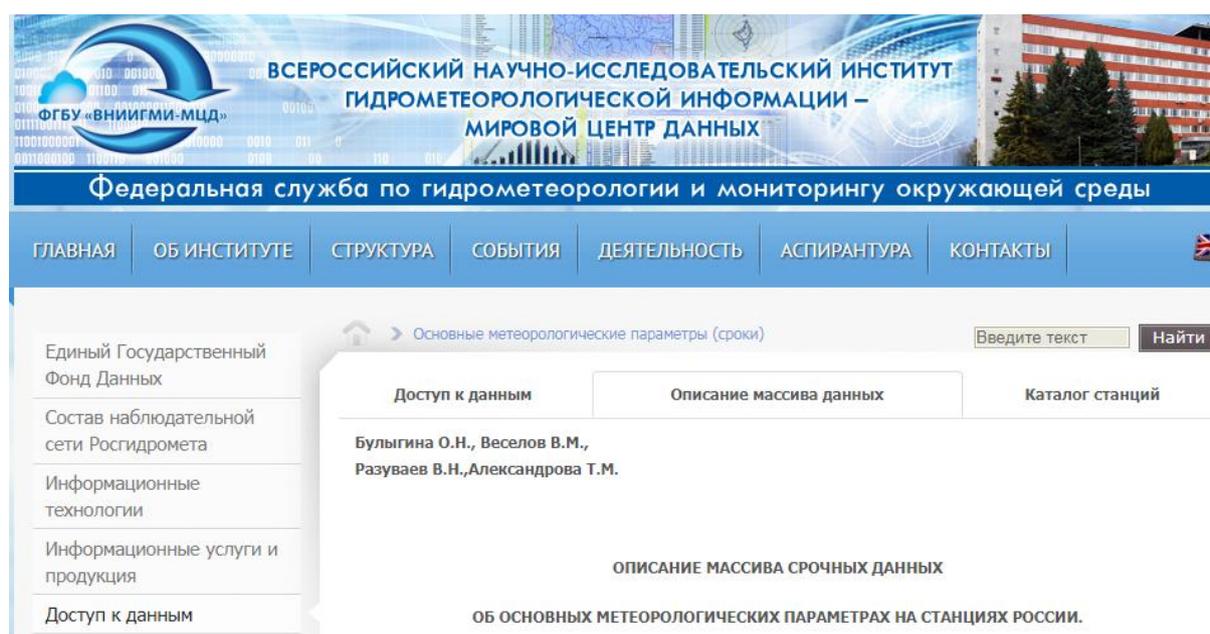


Рис. 1. Страница с описанием массива срочных данных [6]

Таблица 2

**Формат записи в файлах данных (без признаков качества)**

Название параметра	Дл ина	Едини- ца измере- ния
Синоптический индекс станции	5	
Год по Гринвичу	4	
Месяц по Гринвичу	2	
День по Гринвичу	2	
Срок по Гринвичу	2	
Горизонтальная видимость	2	км
Общее количество облачности	2	баллы
Количество облачности нижнего яруса	2	баллы
Форма облаков верхнего яруса	1	
Форма облаков среднего яруса	1	
Форма облаков вертикального развития	1	
Слоистые и слоисто-кучевые облака	1	
Слоисто-дождевые, разорвано-дождевые облака	1	
Высота нижней границы облачности	4	м
Признак способа определения высоты нижней границы облачности	1	
Признак наличия облачности ниже уровня станции	1	

Погода между сроками	1	
Погода в срок наблюдения	2	
Направление ветра	3	румбы
Средняя скорость ветра	2	м/с
Максимальная скорость ветра	2	
Сумма осадков за период между сроками	6,1	мм
Температура поверхности почвы	5,1	°С
Минимальная температура поверхности почвы	5,1	
Минимальная температура поверхности почвы между сроками	5,1	°С
Максимальная температура поверхности почвы между сроками	5,1	°С
Температура поверхности почвы по максимальному термометру	5,1	°С
Температура воздуха по сухому термометру	5,1	°С
Температура воздуха по смоченному термометру	5,1	°С
Признак наличия льда на батисте	1	
Температура воздуха по спирту минимального термометра	5,1	°С
Минимальная температура воздуха между сроками	5,1	°С
Максимальная температура воздуха между сроками	5,1	°С
Температура воздуха по макс. термометру после встряхивания	5,1	°С
Парциальное давление водяного пара	5,2	мб
Относительная влажность воздуха	3	%
Дефицит насыщения водяного пара	6,2	мб
Температура точки росы	5,1	°С
Атмосферное давление на уровне станции	6,1	Мб
Атмосферное давление на уровне моря	6,1	Мб
Величина барической тенденции	4,1	мб

Выбор массива максимальных скоростей ветра выполняется следующим образом. Выбираем раздел БД «Сроки», как на рис. 2; источник данных – «8-срочные наблюдения на станциях»; станцию по варианту, в примере – Калининград. После чего нажимаем «ОК». На рис. 3 показана подготовка запроса: отмечаем нужный год, в примере – 2005. Нам не нужны все данные наблюдений, приведенные в табл. 2. Выбираем только «Максимальная скорость ветра» и «Включить в запрос», затем – «ОК».

**Выбор данных**

English Раздел БД  Источник данных

**Подготовьте список станций**

**Выберите станцию (станции)**  
Сортировать по:  Индексу  Названию

**Выбранные станции (1/518)**  
Сортировать по:  Индексу  Названию

20046 Им.Э.Т.Кренкеля, ГМО 20069 Визе 20087 Голомянный 20107 Баренцбург 20289 Русский 20292 Им.Е.К.Федорова, ГМО 20476 Стерлегова 20667 Им.М.В.Попова 20674 Диксон 20744 Малые Кармакулы 20891 Хатанга 21921 Кюсюр	<input type="button" value="→"/>	26702 Калининград
---	----------------------------------	-------------------

**Рисунок 2 - Выбор данных из базы «Сроки» источника «8-срочные наблюдения на станциях»**

**Подготовка запроса**

**Список элементов**

Признак наличия облачности ниже уровня станции  
 Погода между сроками  
 Погода в срок наблюдения  
 Направление ветра  
 Средняя скорость ветра  
**Максимальная скорость ветра**  
 Сумма осадков  
 Температура поверхности почвы  
 Температура поверхности почвы по минимальному термометру  
 Мин. температура пов-сти почвы между сроками  
 Макс. температура пов-сти почвы между сроками  
 Температура пов-сти почвы по макс. терм-ру п/вогр.  
 Температура воздуха по сухому терм-ру  
 Темп.воздуха по смоченному терм-ру

**Условия отбора данных**

Имя признака	От (>=)	До (<=)
Год по Грн	2005	2005
Месяц по Грн		
День по Грн		
Срок по Грн		

**Использовать разделитель ";"**

Рисунок 3 - Подготовка запроса «Максимальная скорость ветра» в 2005 г.

На рис. 4 показан результат выборки. Клавиша «Открыть» позволяет увидеть все данные в txt-файле. Для загрузки файла на свой компьютер следует нажать «Упаковать и сохранить», в сохраненном файле будут не только запрошенные данные, но и их описание, в нашем случае: 1) Синоптический индекс станции, 2) Год по Гринвичу, 3) Месяц по Гринвичу, 4) День по Гринвичу, 5)Срок по Гринвичу, 6) Максимальная скорость ветра, 7) Признак качества, 8) Признак наличия знака >. Первые пять столбцов будут записаны в файл автоматически. Нужный нам столбец – шестой.

**Результат выборки (показан фрагмент, полный объем 79 кВ (упаковано в 6 кВ) можно получить при нажатии кнопки "Открыть" или "Упаковать и сохранить")**

1	2	3	4	5	6	Q
267020	2005	1	1	0	1	0
267020	2005	1	1	3	1	0
267020	2005	1	1	6	1	0
267020	2005	1	1	9	3	0
267020	2005	1	1	12	7	0
267020	2005	1	2	6	7	0

Рисунок 4 - Результат выборки «Максимальная скорость ветра» в 2005 г.

Далее магистранту требуется повторить описанную процедуру для всех нужных лет, нажимая каждый раз «Новый запрос». Обработка большого массива данных выполнялась в среде Mathcad. Например, в табл. 3 представлены наибольшие годовые скорости порывов ветра в Калининграде.

Таблица 3

**Наибольшие годовые скорости порывов ветра в Калининграде**

Год	Наибольшая скорость порывов ветра, м/с	Год	Наибольшая скорость порывов ветра, м/с
1986	22	2002	21
1987	25	2003	15
1988	20	2004	24
1989	20	2005	18
1990	24	2006	21

1991	19	2007	23
1992	21	2008	19
1993	25	2009	19
1994	24	2010	17
1995	19	2011	25
1996	18	2012	25
1997	19	2013	19
1998	18	2014	20
1999	34	2015	23
2000	18	2016	17
2001	19	2017	23

Обозначив ряд в табл. 3 через  $V$ , найдем точечные оценки математического ожидания и среднего квадратичного отклонения:

$$Vs := \text{mean}(VGm) = 21.06$$

$$sV := \text{Stdev}(V) = 3.63$$

Формула теоретической плотности вероятности при законе распределения Гумбеля [10]:

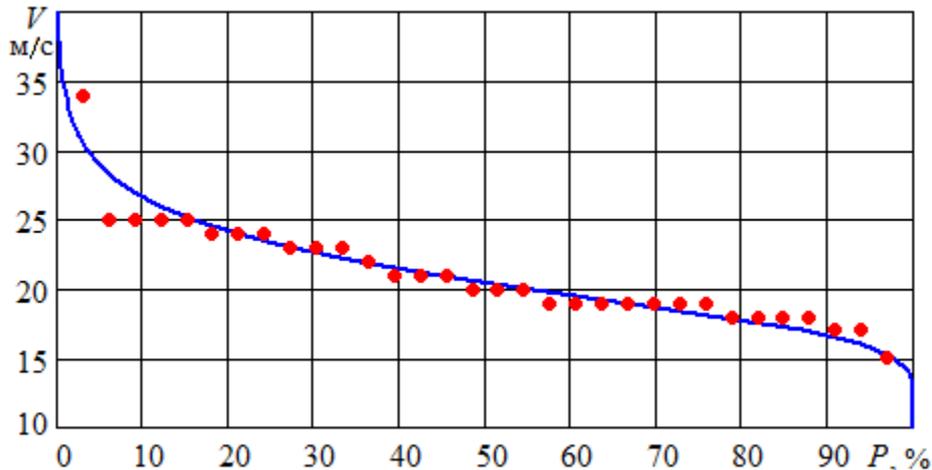
$$f(v) = \alpha \cdot \exp(-\alpha \cdot (v - q) - \exp(-\alpha \cdot (v - q)))$$

По теоретической функции распределения  $F(v)$  найдем обеспеченность  $P(v)$  максимальной годовой скорости ветра (рис. 6):

$$F(v) = \int_{10}^v f(t) dt; \quad P(v) = 100 \cdot (1 - F(v)).$$

Эмпирическую обеспеченность находим в среде Mathcad по известным формулам [11]:

$$VV := \text{sort}(VGm) \quad Vo := 10 \dots 45 \quad Ve_j := VV_{n-j+1} \quad PE_j := \frac{100 \cdot j}{n+1}$$



**Рисунок 5 - Эмпирическая (точки) и теоретическая (Гумбеля) кривая обеспеченности наибольшей годовой скорости ветра в Калининграде**

Качественно теоретическая кривая соответствует эмпирической кривой обеспеченности. Большое отклонение эмпирических точек от теоретической кривой на рис. 6 во многом обусловлено тем, что результаты измерений порывов ветра в [6] фиксируются с точностью 1 м/с (без десятых долей). Поэтому много точек, повторяющихся на одном уровне.

Максимальную расчетную скорость ветра обеспеченности, например,  $P = 1\%$  находим, решая численным методом уравнение:

$$v := Vs \quad V_{-1} := \text{root}(P(v) - 1, v) \quad V_{-1} = 34.23$$

По итогам работы магистрантов под руководством преподавателя в [12] таким же способом был выполнен анализ массива осадков в городе Калининграде по данным «8-срочные наблюдения на станциях», график которых показан на рис. 6. При этом в данных до 1977 года были обнаружены большие пропуски, что не позволило их использовать в дальнейшем. Стандартная процедура дала

значение максимальной суммы суточных осадков 118,3 мм. Оно было зафиксировано 10 августа 2005 года. Указанное значение закладывается в проектные расчеты.

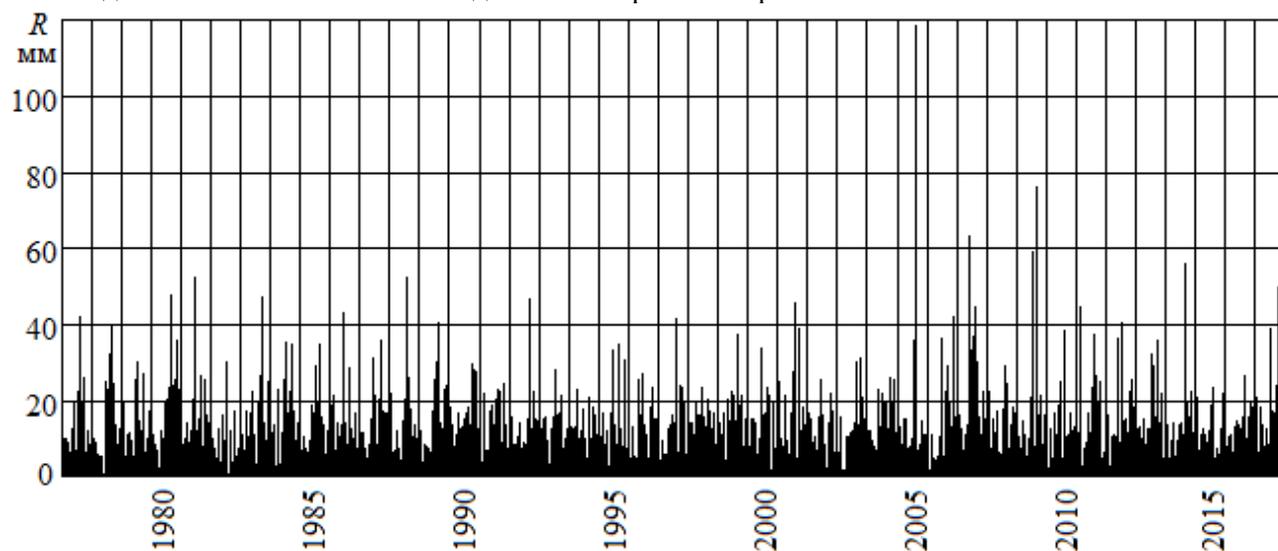


Рисунок 6 - Суммы суточных осадков в городе Калининграде (1977-2017)

Массив данных «8-срочные наблюдения на станциях» позволяет рассчитать 24-часовые суммы осадков, которые могут оказаться большими, чем за календарные сутки. Так сумма атмосферных осадков в Калининграде за 24 часа, начиная с 18-00 9 августа 2005 года, оказалась больше – 138,5 мм.

Таким образом, для корректного использования в климатических исследованиях специализированных массивов данных требуется автоматизация контроля их полноты и наличия пропусков. К загруженному массиву могут быть применены стандартные программы обработки гидрометеорологических данных. Массив данных «8-срочные наблюдения на станциях» позволяет найти теоретическую кривую обеспеченности наибольшей годовой скорости ветра. Удалось рассчитать максимальные 24-часовые суммы осадков, которые могут оказаться большими, чем за календарные сутки. Необходимо вносить корректировку в справочники, используемые в проектировании.

### Литература

1. Федеральный закон «О внесении изменений в трудовой кодекс Российской Федерации и статьи 11 и 73 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 02.05.2015, № 122-ФЗ.
2. Наумов В.А. Методы обработки гидрологической информации // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. 2015. № 7 (7). С. 144-150.
3. Корсак В.В., Прокопец Р.В. Применение свободного программного обеспечения при изучении дисциплин профессионального цикла студентами по направлению подготовки «Природообустройство и водопользование» // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. 2015. № 8 (8). С. 23-26.
4. Наумов В.А. Использование научной электронной библиотеки при изучении информационных технологий профессиональной деятельности // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования. 2018. № 11 (11). С. 71-80.
5. Булыгина О.Н., Веселов В.М., Разуваев В.Н. и др. Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620549 [Электронный ресурс]. Режим доступа – по паролю: <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных> (дата обращения: 01.05.2020).
6. Специализированные массивы данных для климатических исследований. Удаленный доступ к ЯОД-архивам [Электронный ресурс]. Режим доступа – по паролю: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/index.xhtml> (дата обращения: 01.05.2020).
7. Бикбулатова, Г.Г. Применение карт для характеристики полей атмосферного увлажнения // Омский научный вестник. 2012. № 2. С. 223-226.
8. Наумов В.А. Результаты статистического анализа региональных гидрологических и климатических рядов // Вестник науки и образования Северо-Запада России: электронный журнал. 2016. Т. 2. № 3. С. 46–56. URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2016/08/2016-N3-Naumov.pdf>.
9. Хуторова О.Г., Хуторов В.Е., Тептин Г.М. Межгодовая изменчивость приземного и интегрального влагодержаний на территории Европы и атмосферная циркуляция // Оптика атмосферы и океана. 2018. Т. 31, № 6. С. 432–437.

10. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Москва: Физматлит, 2006. 816 с.
11. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации: учебное пособие. Санкт-Петербург: Изд-во РГГМУ, 2007. 279 с.
12. Наумов В.А. Автоматизация обработки данных из специализированных массивов для климатических исследований (на примере осадков) // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения. Сборник трудов II Всероссийской научной конференции (Тольятти, 22-24 апреля 2019 г.) Тольятти: Изд-во: Качалин, 2019. С. 206-212.

**Данные об авторе:**

**Наумов Владимир Аркадьевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водных ресурсов и водопользования. SPIN-код автора: 1788-8843; AuthorID: 3113.

*E-mail: van-old@rambler.ru*

*Калининградский государственный технический университет,  
Советский проспект, 1, Калининград, 236022, Россия*

**Data about the author:**

**Naumov Vladimir Arkad'evich**, doctor of technical Sciences, Professor, Head of chair of Water resources and Water management.

*Kaliningrad State Technical University,*

*Sovetsky Avenue, 1, Kaliningrad, 236022, Russia*

**Рецензент: Галямина И.Г.**, профессор кафедры «Защита в чрезвычайных ситуациях» РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, к.т.н., профессор, Председатель Научно-методического совета.

УДК 681.3

**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «БАЛТИКА» И ОПЫТ ЕЁ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССАМИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И  
ВОДООТВЕДЕНИЯ**

**Растрыгин Н.В., Алексеева М.М.**

В данной статье представлена краткая характеристика Информационной Системы «Балтика», используемой для обеспечения подразделений ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» (далее – Предприятие) актуальной, достоверной и комплексной геоинформацией об объектах Предприятия, объектах городской инфраструктуры и обеспечения всех видов учета, а также регистрации прав на имущество, информационный обмен с органами государственной власти, удовлетворяет запросы инженерных и оперативных служб Предприятия по информационной поддержке для решения производственных задач.

**Ключевые слова:** Информационная система, водоснабжение, водоотведение, геоинформация, геоинформационная система, информатизация предприятия, диспетчеризация, оптимизация.

**BASIC PRINCIPLES OF THE «BALTICA» INFORMATION SYSTEM AND EXPERIENCE OF  
ITS USE IN MANAGING WATER SUPPLY AND WATER DISPOSAL PROCESSES OF THE  
STATE COMPANY «VODOKANAL ST. PETESBURG»**

**Rastrygin N.V., Alekseeva M.M.**

This article provides a brief description of the Baltika Information System, used to provide divisions of the State Unitary Enterprise Vodokanal of St. Petersburg (hereinafter referred to as the Enterprise) with up-to-date, reliable and comprehensive geo-information about the Company's facilities, urban infrastructure facilities and all types of accounting, as well as registration rights to property, information exchange with state authorities, satisfies the requests of the engineering and operational services of the Enterprise for information support to resolve production water tasks.

**Keywords:** Information system, water supply, water disposal, geoinformation, geoinformation system, enterprise informatization, scheduling, optimization.