

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФАКУЛЬТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ И ЭКОЛОГИИ

**АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

**Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции**

23-25 апреля 2014 г.

Часть II

Брест 2014

УДК [502/504+628.1.034]

Рецензенты:

В.В. Тур, доктор технических наук, профессор,
УО «Брестский государственный технический университет»

В.И. Желязко, доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

М.А. Богдасаров, доктор геолого-минералогических наук, профессор,
УО «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина»

Редакционная коллегия:

Председатель:

А.А. Волчек, доктор географических наук, профессор, БрГТУ

Зам. председателя:

О.П. Мешик, к.т.н., доцент, зав. кафедрой природообустройства БрГТУ.

Члены редакционной коллегии:

С.В. Басов, к.т.н., доцент, зав. кафедрой инженерной экологии и химии БрГТУ.

В.Е. Валуев, к.т.н., доцент, профессор кафедры природообустройства БрГТУ.

Н.Н. Водчиц, к.т.н., доцент, доцент кафедры природообустройства БрГТУ.

Б.Н. Житенёв, к.т.н., доцент, зав. кафедрой водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов БрГТУ.

Д.А. Костюк, к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭВМ и систем БрГТУ.

В.Г. Новосельцев, к.т.н., доцент, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции БрГТУ

В.С. Северянин, д.т.н., профессор, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции БрГТУ

Н.П. Яловая, к.т.н., доцент, директор института повышения квалификации и переподготовки кадров БрГТУ.

А 43 **Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания:** научные статьи Международн. науч.-практ. конф., Брест 23–25 апр. 2014 г.: в 4-х частях / УО «Брестск. гос. техн. ун-т»; под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2014. – Ч.II. – с. 166.

ISBN 978-985-493-286-6

ISBN 978-985-493-288-0

В сборнике представлены статьи, подготовленные участниками международной научно-практической конференции «Актуальные научно-технические и экологические проблемы среды обитания», которая состоялась 23–25 апреля 2014 г. на факультете инженерных систем и экологии УО «БрГТУ». Издается в 4-х частях. Часть 2.

УДК [502/504+628.1.034]

ISBN 978-985-493-286-6
ISBN 978-985-493-288-0 (Ч.II)

© Издательство БрГТУ, 2014

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 630*187(476.7)

РЕДКИЕ БИОТОПЫ ЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА БИОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТА «ЗАПАДНОЕ ПОЛЕСЬЕ»

Алексеюк М.И., Абрамова И.В.

Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, marinka_vishnevskaya@mail.ru, iva.abramova@gmail.com

The results of researches of deciduous forest ecosystems of the Belarusian sector of Transboundary Biosphere Reserve «West Polesie» are presented in this work. The list of rare biotopes which need to be saved on the territory of the Reserve contains 7 categories obligatory in Europe according to the Habitat Directive. Oak groves and alder forests are wide presented.

Введение

С целью разработки и реализации мероприятий по управлению крупными трансграничными природно-территориальными комплексами, в мире в целом и в Европе в частности принят ряд международных договоров, определяющих единую политику в области охраны окружающей среды и устанавливающих критерии выделения наиболее уязвимых и редких видов и местообитаний (биотопов). Одним из них является Бернская конвенция, вступившая в силу в 1982 году. Беларусь присоединилась к Конвенции об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе в 2013 г. (наша страна стала 51-й стороной данной конвенции). Каждое государство, подписавшее Конвенцию, принимает обязательства по сохранению ряда видов дикой флоры и фауны, а так же местообитаний. В странах Европейского союза (ЕС) эти меры определены рядом директив, среди которых – Директива о местообитаниях (Habitat Directive). Для выполнения обязательств, взятых на себя в связи с присоединением к Бернской конвенции, и сохранения биологического и ландшафтного разнообразия были выработаны критерии выделения редких биотопов. Список редких биотопов национального и международного значения нашей страны был подготовлен специалистами Института экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича и Научно-практического центра по биоресурсам НАН Беларуси в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Интеграция вопросов сохранения биоразнообразия в политику и практику территориального планирования в Беларуси» при содействии Минприроды. Всего список подлежащих сохранению редких и типичных биотопов на территории Беларуси содержит 43 категории: 38, из числа подлежащих охране в Европе и 5 – национального значения [1].

Результаты исследований

Трансграничный биосферный резерват (ТБР) «Западное Полесье» создан в 2012 г. Это четвертая в мире трехсторонняя охраняемая территория [2]. Расположен он вдоль среднего течения реки З. Буг, в границах Польши, Украины, Беларуси. Белорусский сектор биосферного резервата «Западное Полесье» (в 2004–2012 гг. данная территория имела статус биосферного резервата «Прибужское Полесье»), площадью в 48 тыс. га, расположен на юго-западе Беларуси, на территории Брестского и Малоритского районов [3].

Резерват выполняет ряд задач: сохранение биологического разнообразия; восстановление нарушенных экосистем до возможно близкого к естественному состоянию; содействие устойчивому экономическому и социальному развитию территории; поддержка научных исследований, мониторинга; осуществление экологического образования и воспитания.

Территория резервата лежит в южной части лесной зоны, в подзоне хвойно-широколиственных лесов. В соответствии с геоботаническим районированием Республики Беларусь, резерват расположен в Бугско-Припятском районе Бугско-Полесского геоботанического округа подзоны широколиственно-сосновых лесов [4]. Резерват обладает как типичными для полесского региона элементами, так и уникальными, которые придают ему особую значимость. Наиболее ценными являются экосистемы поймы реки Западный Буг: пойменные леса и луга, старичные озера, болота, заросли кустарников.

Общая площадь земель резервата, покрытых лесом, составляет 27031,5 га или 56,3% площади резервата. Все леса резервата относятся к семнадцати типам леса десяти формаций: сообщества черноольховых, березовых, сосновых и еловых лесов, дубрав, ясеневых и грабовых, кленовых, осиновых и ивовых лесов.

Общая площадь лесных земель заказника составляет 28669,6 га (из них покрытых лесом – 27031,5 га). По занимаемой площади преобладают сосновые леса – более 70% от лесопокрытой площади (в резервате представлены все типы сосновых лесов, характерных для Беларуси). Черноольшаники (более 13%) приурочены к понижениям в рельефе, березняки (более 10%) являются производной формацией. На незначительных площадях произрастают дубравы (более 2%), ельники (около 1%), ясеневые леса (около 0,5%), грабняки (0,3%), осинники (0,3%), ивняки (0,04%) и кленовики (0,0015%) Таким образом, на территории резервата отдельными фрагментами или массивами представлены почти все формации лесов Беларуси.

Лиственные леса занимают площадь в 7438,9 га (27,5% лесопокрытой территории) [5]. На территории резервата выявлены участки лиственных лесов с наиболее уязвимыми и редкими видами и местообитаниями (биотопами), которые относятся к восьми категориям из числа подлежащих охране в Европе. Ниже представлены нумерация и наименования редких биотопов лесов на территории резервата в соответствии с Приложением 1 к Директиве о местообитаниях. Исходными данными к работе являются таксационные материалы лесоустройства Страдечского, Меднянского, Домачевского и Томашовского лесничеств ГЛХУ «Брестский лесхоз».

Редкие фитоценозы дубовых лесов. Дубовые леса занимают 3,7% лесопокрытой площади. Редкие биотопы дубовых лесов занимают 129,8 га (19,1% дубрав резервата).

9170 Дубово-грабовые леса. Широколиственные плакорные леса западноевропейского типа, в составе растительности подлеска и напочвенного покрова которых господствуют виды неморальной умеренно теплолюбивой флоры. Приурочены к моренным возвышенностям, моренным и водно-ледниковым равнинам, речным долинам. К основным типам леса относятся дубравы кисличные (78,6 га), дубравы снытевые (28,6 га), дубравы крапивные (0,7 га). В сумме ценные участки лесов занимают 15,8% от дубрав резервата. Почвы дерново-подзолистые супесчаные и суглинистые, свежие хорошо дренированные (кисличные), дерново-подзолистые оглеенные, карбонатно-глеевые супесчаные и суглинистые, влажные проточные (снытевые), перегнойно-глеевые, перегнойно-карбонатно-глеевые супесчаные и суглинистые сырые проточные (крапивные). Возраст – 55–150 лет. Часто в древостое примешивается граб, сосна и осина. Бонитет I, реже I и III. Отличаются дубравы крапивные возрастом в 130 лет (бонитет I), произрастают только в 30 выделе 86 квартала Страдечского лесничества. Остальные формации дубрав равномерно произрастают на территории четырех лесничеств.

91F0 Прибрежные смешанные леса из дуба черешчатого, вяза гладкого и малого, ясеня обыкновенного или ясеня узколистного вдоль крупных рек атлантической и средневропейской областей. Дубовые леса в поймах рек, которые ежегодно затапливаются в половодье. Важнейшая особенность водного режима этих экосистем является чередование периодов затопления и значительного снижения уровня грунтовых вод. Процесс почвообразования происходит одновременно с накоплением аллювия. Тип леса – дубравы пойменные, возрастом 60–160 лет. Бонитет II. Имеет незначительное распространение в резервате, составляет 1,7% (11,8 га) от площади дубняков резервата, в том числе к категории ценных относятся леса на площади 9,5 га (1,4% от дубрав). Иногда в древостое примешивается ольха черная, береза, сосна. Произрастают на территории Меднянского лесничества и в 5 выделе 182 квартала Домачевского лесничества.

9020 Фенноскандинавские гемибориальные естественные старые широколиственные леса (с дубом, липой, кленом, ясенем или вязом), богатые эпифитами. В Беларуси – Южнотаежные и подтаежные широколиственные леса с елью и грабом. Широколиственные плакорные леса на плодородных автоморфных и полугидроморфных почвах произрастают в переходной зоне от бореальных хвойных лесов к неморальным лесам. Приурочены к ландшафтам с отложениями моренных супесей и суглинков. Дубравы папоротниковые в резервате избирают понижения, склоны и ровные участки возле ольсов. Занимает 1,0% (7,0 га) от площади дубрав. Участки леса с высоким возрастом, которые относятся к категории ценных, имеют площадь 3,1 га (0,4% дубрав резервата). Почвы дерново-подзолисто-глеевые, перегнойно-глеевые, перегнойно-карбонатно-глеевые супесчаные и суглинистые. Возраст древостоя – 50–90 лет. Бонитет II. В древостое примешивается сосна, граб, ольха черная. Произрастают в 269 (4 выдел) и 292 кварталах Меднянского лесничества, в 260 квартале Домачевского лесничества, в 38 квартале (7 выдел) Томашовского лесничества.

Сосново-дубовые леса (из систем классификаций EUNIS и Palaeartic). Плакорные дубовые леса, произрастающие на повышенных участках рельефа с ровной и слаборазвитой поверхностью, преимущественно на почвах легкого

гранулометрического состава. Приурочены к участкам моренных возвышенностей, моренных, водно-ледниковых, аллювиальных террасированных равнин, долинам рек. Тип леса – дубравы орляковые, возрастом 80–140 лет. Бонитет низкий (III–IV). Дубравы орляковые составляют 15,6% от площади формации резервата. Площадь приспевающих и спелых лесов составляет 9,3 га (1,3% дубрав резервата). В составе древостоя преобладает дуб черешчатый, к которому примешиваются (30–40%) сосна, береза, осина. Равномерно произрастает на территории Меднянского и Домачевского лесничества, а также в 1 выделе 152 квартала Томашовского лесничества.

Редкие фитоценозы грабовых лесов. Грабовые леса на территории заказника занимают 88,9 га (0,3% лесопокрытой площади).

9170 Дубово-грабовые леса. Неморальные широколиственные леса с грабом. Приурочены к моренным возвышенностям, моренным и водно-ледниковым равнинам, речным долинам. Произрастают на плодородных дерново-подзолистых супесчаных и суглинистых свежих, хорошо дренированных почвах. Отмеченные условия местообитания самые благоприятные (оптимальные) для развития граба и формирования фитоценозов. В Европе леса данной категории замещают буковые леса в тех регионах, где климатические или почвенные условия препятствуют произрастанию бука. Грабняки являются производной формацией, которая формируется на месте коренных неморальных лесов (дубовых и ясеневых). Грабняки кисличные в возрасте свыше 50 лет произрастают на площади свыше 63 га (71,5% от площади грабняков). В составе древостоя к грабу примешиваются дуб, ольха черная, довольно часто встречаются сосна, осина и береза бородавчатая. К особо охраняемым относятся леса возраста 80 лет. Площадь ассоциации – 1,3 га (1,5%). Бонитет II. Произрастают в 9 выделе 208 квартала Меднянского лесничества.

Редкие фитоценозы ольхи черной. Черноольховые леса на территории заказника занимают 3534,2 га (13,1% лесопокрытой площади). Редкие биотопы ольхи черной занимают площадь в 152,1 га (4,3% от площади черноольховых лесов резервата).

9080 Фенноскандинавские листопадные заболоченные леса. Коренные черноольшаники на избыточно увлажненных почвах и низинных болотах в депрессиях рельефа со слабым дренажем на участках, удаленных от рек. Характерен болотный процесс почвообразования. Типы леса – ольсы таволговые (35,1 га), ольсы осоковые (78,2 га), ольсы болотнопапоротниковые (12,7 га). Общая площадь занимает 3,6% от площади черноольшаников резервата. Возраст – 50–90 лет. Почвы перегнойно-глеевые, перегнойно-торфяные, торфянисто-глеевые, торфяные мало- и среднемощные. Бонитет II, реже III. Часто в древостое примешивается береза и сосна, реже ель, осина. Произрастают ольсы болотно-папоротниковые на территории Томашовского лесничества и в 8 выделе 177 квартала Страдечского лесничества. Ольсы таволговые – на территории Томашевского и Страдечского лесничества, в 3 выделе 170 квартала Меднянского лесничества. Равномерно во всех четырех лесничествах произрастают ольсы осоковые.

91E0 Аллювиальные леса с ольхой черной и ясенем обыкновенным. Черноольшаники, произрастающие в долинах рек в условиях периодического затопления или подтопления паводковыми водами, преимущественно на почвах, сложенных или подстилаемых аллювием. Основные типы леса – ольсы

осоковые (20,5 га), таволговые (2,5 га), крапивные (1,7 га), болотно-папоротниковые (1,4 га). Возраст – старше 70 лет. Произрастают в пойме Середовой реки, Копажовки, на берегу Белого, Рогознянского озер, Страдечских прудов (Страдечское, Томашовское, Меднянское лесничества).

Черноольшаник осоковый – один из наиболее распространенных типов черноольховых лесов (39,5% площади формации). Заселяет ровные, пониженные участки, сильнообводненные, но со слабопроточным увлажнением. Это коренной тип черноольшаника, при усилении застойности вод ольха черная постепенно выпадает и замещается березой пушистой. Преобладают насаждения II и III бонитета. Черноольшаник таволговый составляет четвертую часть площади этой формации. Это центральный коренной тип черноольховых лесов, занимающий плоские или с незначительным уклоном понижения и западные участки поймы рек со слабовыраженной проточностью. Ольха черная в этих насаждениях характеризуется высокой устойчивостью. Преобладают насаждения II бонитета. В составе древостоев, которые часто сформированы только ольхой, в примеси встречаются береза пушистая, дуб, реже осина и сосна. Насаждения этого типа в равной мере располагаются во всех четырех лесничествах. Черноольшаник крапивный в резервате имеет довольно широкое распространение (15,4% площади черноольшаников). Преобладают насаждения I бонитета. Происхождение ольхи смешанное, т.е. в равной мере представлены популяции как семенной, так и порослевой регенерации. Наряду с ольхой встречается примесь березы и ясеня. Черноольшаник болотнопапоротниковый представлен в основном коренными ассоциациями. Занимает около 12,1% площади черноольшаников резервата. Занимает понижения, ложбины со слабообработанными руслами речек, ручьев. В древостоях часто примешивается береза, реже осина и дуб. Преобладают насаждения I бонитета.

Редкие фитоценозы ясенников. *91E0 Аллювиальные леса с ольхой черной и ясенем обыкновенным.* Леса в долинах крупных рек на удаленных от русла, пониженных участках поймы, вдоль ручьев, стариц и по депрессиям на террасах и коренных берегах. Вдоль небольших рек с невыработанными долинами занимают низкие участки водосбора, примыкающие к водотокам. Тип леса – ясенники таволговые, площадью 0,8 га (0,7% ясенников резервата). Возраст 50 лет. Бонитет II. В древостое примешивается ольха черная и береза. Произрастают во 2 выделе 136 квартала Страдечского лесничества.

Лесные пастбища. *9070 Фенноскандинавские лесные пастбища.* Лесолуговые экосистемы, которые сформировались на месте широколиственных, мелколиственных, реже -хвойных лесов. Деревья произрастают единично или в виде небольших рощ, перемежающихся с участками открытых лугов. Характерно наличие старых деревьев дуба черешчатого, липы обыкновенной, ильмовых, сосны обыкновенной. Встречаются преимущественно на участках, примыкающих к рекам, – на террасах и коренных берегах, на минеральных островах среди пойм и низинных болот.

Заключение

Участки с особо ценными, уникальными по составу, возрасту и структуре лесными сообществами представляют большую биологическую и биотопическую ценность, являясь местами обитания и произрастания многочисленных видов фауны и флоры, в том числе редких и охраняемых. Редкие биотопы лиственных лесов отмечены во всех лесничествах входящих в состав резервата.

Общая площадь, занимаемая этими насаждениями, составляет 284 га (3,8% от площади лиственных лесов). Наиболее широко представлены дубравы (папоротниковые и орляковые) и ольсы (осоковые и таволговые). Выделение участков редких биотопов позволит организовать на территории резервата сохранение не только отдельных видов растений и животных, но и в первую очередь их среды обитания.

Список литературы

1. Пугачевский, А.В. Редкие биотопы Беларуси / А.В. Пугачевский [и др.]. – Минск: Альтиора – Живые краски, 2013. – 236 с.
2. Биосферный резерват и ландшафтный заказник «Прибужское Полесье» [электронный ресурс]. – Режим доступа – <http://brpp.by/>. – Дата доступа – 27.06.13.
3. Демянчик, В. Т. Биосферный резерват «Прибужское Полесье» / нац. акад. наук Беларуси, полес. аграр.-экол. ин-т. / В. Т. Демянчик. – Брест: Академия, 2006. – 196 с.
4. Нацыянальны Атлас Беларусі / рэдкал.: М.У. Мясніковіч [і інш.]. – Мінск: РУП «Белкартаграфія», 2002. – 292 с.
5. Биосферный резерват «Прибужское Полесье» [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rezervat.domachevo.com/>. – Дата доступа: 28.06.13.

УДК 338.48 + 502 (476)

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЗОНЫ ОТДЫХА «БЕЛОЕ» БИОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТА «ПРИБУЖСКОЕ ПОЛЕСЬЕ»

Власов Б.П., Гагина Н.В., Рудаковский И.А.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, vlasov@bsu.by, nata-gagina@yandex.ru,
rudakovski.igor@tut.by

Natural complexes of biosphere reserve «Pribuzhskoe Polesie» in the recreation area «Beloe» are researched. As a result the parameters of the actual and permissible recreational load on lake Beloe; the optimizing recommendations for recreational activity are developed.

Оздоровление населения в естественной природной среде относится к приоритетным социальным и народнохозяйственным задачам страны. Рекреация направлена на восстановление и укрепление здоровья, физических и духовных сил человека, его трудоспособности и реализуется в период кратковременного и длительного отдыха в оздоровительных учреждениях, турпоходах, экскурсиях, прогулках. Основой для развития рекреации служат рекреационные ресурсы, включающие в себя местность с благоприятным климатом, живописными ландшафтами, побережья водоемов, леса, источники минеральных вод и месторождения лечебных грязей. Озера и к ним прилегающие территории являются ключевыми объектами рекреации, формирующими озерные рекреационные территории.

Местные рекреационные системы, к которым относится и территория зоны отдыха «Белое», создаются для удовлетворения потребностей населения в отдыхе вблизи мест постоянного проживания на базе водоемов, благоприятных для организации кратковременного и продолжительного отдыха в летний период. Территория рассматриваемой зоны отдыха находится в 36 км от г. Бреста, что соответствует оптимальной транспортной доступности (менее 1 часа) и способствует активному рекреационному освоению природных комплексов.

Зона отдыха «Белое» расположена в границах буферной зоны биосферного резервата «Прибужское Полесье», который создан в целях сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, устойчивого развития территории, сохранения культурных ценностей и мониторинга природной среды, имеющей признанное национальное и международное значение [1]. Основные функции буферной зоны связаны с сохранением экосистем и природных ландшафтов; поддержкой неинтенсивного традиционного природопользования; развитием рекреации, оздоровления и организованного туризма; привлечением местного населения к природоохранной деятельности. Приоритетные направления деятельности включают сохранение традиционных культурных ландшафтов Западного Полесья, создание условий для рекреации и оздоровления жителей региона, уменьшение антропогенных нагрузок на особо ценные экосистемы, устойчивое неинтенсивное развитие территории и сбалансированное использование природных ресурсов.

В границах участка зоны отдыха «Белое» площадь, занятая естественной растительностью, составляет 217,7 га. Доминируют леса (97,2 %), незначительно распространены низинные осоковые болота и кустарники, которые занимают, соответственно, 1,2 % и 1,6 % площади. Формационный состав лесов представлен сосняками, дубравами, грабняками, березняками, черноольшаниками. Типологический спектр лесов включает 18 типов, среди которых преобладают сосняки мшистые и черничные, березняки долгомошные, черноольшаники осоковые.

Минимальной рекреационной трансформации должны подвергаться особо ценные природные комплексы:

Особо ценные аквальные природные комплексы:

- акватория озера Белое;

Особо ценные территориальные природные комплексы:

- лесные экосистемы: (плакорные коренные высоковозрастные, 90 лет и более, дубовые леса, грабовые леса; высоковозрастные, около 60 лет и старше, черноольховые леса с биотическим комплексом низинных болот; высоковозрастные бородавчатоберезовые леса, около 60 лет и старше; высоко- и средневозрастные сосновые леса на сухих и свежих песчаных почвах – дюнно-бугристые комплексы;

- болотные экосистемы – открытые низинные осоковые болота.

Особо ценные природные экосистемы включают озеро Белое и непосредственно прилегающие к нему с северо-востока и юго-запада участки леса. Их доля в границах лесных кварталов составляет от 2 % до 70 %.

Базы отдыха РУП «Брестское отделение Белорусской железной дороги» и «Зодчий Вест» соседствуют с выделами особо ценных дубово-грабовых высоковозрастных (более 135 лет) насаждений. На территории между базами отдыха «Белое озеро» ОАО «Ин Триз», «Белое озеро» УО «Брестское государственное областное училище олимпийского резерва», СП ООО «Санта-Импэкс-Брест» и западным берегом озера Белое распространены ценные высоковозрастные

(более 110 лет) сосняки, сформировавшиеся на песчаных почвах дюнно-бугристого рельефа. Они относятся к природно-территориальным комплексам, особо чувствительным и неустойчивым к физическим воздействиям, в первую очередь, к вытаптыванию напочвенного покрова. Выделенные участки являются наиболее конфликтными между интересами природоохранной и рекреационной деятельностью и требуют разработки специальных мероприятий, смягчающих антропогенные воздействия и минимизирующих их негативные последствия для природных комплексов. База отдыха РУП «Брестэнерго» в западной части граничит с особо ценными старовозрастными черноольховыми лесами. Небольшие по площади (менее 15 %) участки особо ценных природных комплексов расположены в районе базы отдыха ЧП «Бресттурист». На этих территориях требуется поддержание уже сложившейся рекреационной инфраструктуры. Натурные исследования территории, прилегающей к озеру Белое, выявили ряд неорганизованных площадок в границах водоохранной зоны и прибрежной полосы с признаками антропогенной трансформации лесной растительности, наличием кострищ, замусоренностью. Площадки размещены преимущественно на западном берегу озера Белое, на береговом валу, на участках, примыкающих к оборудованной пляжной зоне, в дюнно-бугристом комплексе с сосновыми лесами. В настоящее время частично они вошли в землеотвод базы отдыха СП ООО «Санта-Импэкс-Брест» и требуют дополнительного обустройства. На восточном берегу необорудованная площадка расположена рядом с границей базы отдыха «Зодчий-Вест». Для всех площадок характерна значительная трансформация природных комплексов, уплотнение почвы, замена естественного напочвенного растительного покрова в лесных фитоценозах на луговые и сорные виды.

Расчет полной допустимой трансформации природных комплексов в результате развития рекреационной деятельности проводился согласно методике, утвержденной Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [2]. Была учтена разница между общей площадью участка и площадью, занятой особо ценными природными комплексами с поправкой на коэффициент допустимой полной трансформации (принятый равным 0,1 по аналогии с рекреационной зоной национальных парков). Площадь территории, которая может быть подвергнута значительной трансформации, то есть с сохранением общего природного облика территорий при явных признаках антропогенного изменения и благоустройства территории, вычисляется как разница между общей площадью участка, площадью занятой особо ценными природными комплексами и площадью допустимой полной трансформации природных комплексов, с поправкой на коэффициент, равный 0,1.

Расчеты показали, что площадь допустимой полной антропогенной трансформации может составлять 19,07 га, а значительной трансформации – 17,16 га. Общая суммарная площадь предельно допустимой трансформации природных комплексов, связанной с развитием рекреационной инфраструктуры и локальными рекреационными нагрузками составляет не более 36,23 га. Фактическая трансформация территории включает площадь земель, занятых поселком Белое озеро – 1 га, землями баз отдыха – 35,94 га, площадкой для отдыха Меднянского лесничества – 0,9 га, территориями, занятыми дорогами, тропами, просеками квартальными Меднянского лесничества – 6,7 га. Площадь объектов рекреационного использования равна 36,84 га, с учетом дорожной сети и населенного пункта фактическая площадь трансформации со-

ставляет 44,54 га. Таким образом, рекреационная нагрузка, связанная с размещением стационарных объектов и площадок, достигла своего предельного максимума и не должна увеличиваться.

При определении характера и основных направлений рекреационного использования озер, в первую очередь, учитываются морфологические и гидрологические характеристики, такие, как площадь озер, протяженность и конфигурация береговой линии, площадь мелководий, тип донных отложений, распространение надводной растительности, залесенность и заболоченность водосбора.

По основным параметрам, приведенным в таблице 1, озеро Белое относится к водоемам благоприятным и относительно благоприятным условиями для развития рекреации. Площадь озера составляет 0,5 км², объем воды 2,6 млн м³. Озерная котловина овальной формы, вытянута с юга на север на 1,05 км, Средняя ширина озера – 0,48 км, максимальная – 0,62 км. Береговая линия, длиной 2,8 км, имеет относительно плавные очертания, значения коэффициента изрезанности равно 1,12.

Таблица 1 – Оценка благоприятности природных условий озера Белое для рекреационного использования

Наименование показателя, единица измерения	Фактическое значение	Благоприятность природных условий
Площадь озера, км ²	0,50	Благоприятные
Длина озера, км	1,05	Относительно благоприятные
Средняя ширина озера, км	0,48	Благоприятные
Коэффициент изрезанности береговой линии	1,12	Относительно благоприятные
Площадь мелководий до 2 м глубины (% площади озера)	21,03	Относительно благоприятные
Тип донных отложений в прибрежной зоне	песок	Наиболее благоприятные
Зона распространения надводной растительности, м	15 м	Относительно благоприятные
Генетический тип	эвтрофное	Благоприятные
Заболоченность водосбора, % от общей площади	23	Относительно благоприятные
Гидрологический режим	слабопроточное	Благоприятные
Удельная водообменность, проточность	2,77	Благоприятные

Особое влияние на характер организации купально-пляжных занятий оказывает распространение надводной растительности, которая хотя и формирует зону ограниченной доступности к водному зеркалу, выполняет функцию экологического барьера, препятствуя распространению возможных загрязнений из прибрежной зоны, а также является угодьями для рыбной ловли.

Структуру нагрузки зоны отдыха «Белое» в настоящее время определяют отдыхающие в стационарных учреждениях, для которых купально-пляжный отдых является основным видом рекреационной деятельности, поэтому для оценки особенно важны показатели площади мелководий, как наиболее комфортной зоны для купания, и тип донных отложений. Наиболее благоприятные условия имеются на побережьях и мелководьях, где литологический состав грунта формируют песчаные фракции. Такие участки пляжей стационарных объектов и входы в воду встречаются на северо-западном и северо-восточном

берегах озера Белое. Береговая полоса озера не везде по периметру доступна для купания. Несколько необустроенных входов в воду расположено на юго-восточном и юго-западном берегах. При проведении работ по благоустройству берегов на этих участках, возможно, устроить дополнительные благоустроенные пляжи.

При определении допустимой рекреационной нагрузки учитывают, что общеоздоровительные пляжи рассчитываются на 70 % отдыхающих, пользующихся этим режимом, а их площадь определяется из расчета 5 м^2 на одного человека. Купальная акватория рассчитывается на одновременное пребывание в воде примерно 25 % общего количества посетителей пляжа, норма нагрузки на площадь акватории определяется из расчета 10 м^2 водной поверхности на одного купающегося до изобаты 1,4 м.

Расчет нагрузки в летние месяцы на пляжи ТОК «Белое озеро», баз отдыха «Электрон» и «Белое озеро» РУП «Брестское отделение Белорусской железной дороги», в том числе и за счет неорганизованных туристов, показал, что она не превышает норму. Например, единовременная загрузка базы отдыха «Электрон» составляет 140 человек, на одного отдыхающего приходится около 11 м^2 , на одного купающегося приходится около 40 м^2 площади акватории. На базе отдыха «Белое озеро» РУП «Брестское отделение Белорусской железной дороги» на одного отдыхающего на пляже приходится около 10 м^2 территории, в воде одновременно могут находиться около 40 человек и на каждого купающегося приходится по 38 м^2 акватории.

Исходя из емкости стационарных объектов рекреации и количества неорганизованных туристов можно сказать, что рекреационная нагрузка на акваторию озера не превышает допустимую. Однако рекреационные объекты и места отдыха являются местом массового скопления отдыхающих и туристов, что неизбежно ведет к нарушению почвенного и растительного покрова, засорению территории, беспокойству представителей животного мира, эвтрофикации водоемов. Причиной антропогенного эвтрофирования и, как следствие, ухудшения качества воды является увеличение содержания питательных веществ в воде. Основными источниками поступления биогенных веществ в озеро Белое являлись территория и жители поселка, объекты рекреации и рекреанты. Общее количество отдыхающих на пляже за сезон нами оценено в среднем 3,7 тыс.чел. Суммарное количество азота и фосфора, поступающего от отдыхающих на пляжах озера Белое, оценено около 328,1 кг азота и 65,5 кг фосфора. Расчет поступления биогенных элементов в озеро Белое в процессе купания отдыхающих, а также плоскостного смыва с территорий пляжей, основан на учете рекреантов и сопоставления с ранее полученными данными по озерам Великопольского Национального Парка (Польша) [3], Беларуси [4, 5].

Устойчивость экосистемы озера к нагрузке фосфора, основного элемента, определяющего процессы эвтрофирования, определяется, главным образом, средней глубиной и скоростью водообмена в озере [6]. Сравнение расчетных величин показало, что фосфорная нагрузка на озеро Белое в 1,06 раза больше допустимой, в 2,8 раза меньше критической, что свидетельствует о стабильном состоянии озерной экосистемы, способной при таком уровне воздействия сохранять современный трофический статус.

Для долгосрочной перспективы сохранения экосистемы озера и прилегающих природно-территориальных комплексов зоны отдыха «Белое» необходимо проведение дополнительных природоохранных мероприятий. Необходимо развивать рекреационную деятельность преимущественной на базе стационарных учрежде-

ний отдыха. Для регулирования потока отдыхающих на западном побережье озера Белое рекомендовано провести дополнительное благоустройство пляжа, снизив нагрузку на расположенные в непосредственной близости неустойчивые к вытаптыванию высоковозрастные сосновые насаждения на песчаных почвах. В акватории водного объекта должна быть размещена точка производственного контроля (отбора проб), обеспечивающего репрезентативность данных, характеризующих состояние водного объекта в зоне рекреации.

Список литературы

1. Положение о биосферном резервате «Прибужское Полесье». Утверждено решением Брестского облисполкома от 9 декабря 2003 г. № 628.
2. Методика по определению нормативов допустимой нагрузки на особо охраняемые природные территории. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 28 декабря 2009 г. № 389–ОД.
3. Scyfer H., Gołdyn R. Role of catchment area in the transport of nutrients to lakes in the Wielkopolska National Park in Poland // Lakes and Reservoirs. Research and Management. 2002. № 7. P. 25–33.
4. Остапеня А.П., Жукова Т.В., Орловский А.Ф. К вопросу об оценке внешней биогенной нагрузки Нарочанских озер // Вестник БГУ. 1991. Серия. 2. № 1. С. 34–38.
5. Романов В.П. Формирование стока биогенных веществ в малые озера из рассеянных источников (на примере Белорусского Поозерья): автореф. дисс. ... канд. географ. наук.. Мн., 1985. С. 10–16.
6. Драбко В.Г., Сорокин И.Н. Озеро и его водосбор – единая природная система. Л., 1979. С. 194. Основные функции буферной зоны связаны с сохранением экосистем и природных ландшафтов; поддержкой неинтенсивного традиционного природопользования; развитием рекреации, оздоровления и организованного туризма; привлечением местного населения к природоохранной деятельности.

УДК 502.51=00(051)»3»(282)

ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ПРИПЯТСКИЙ»

Волчек А.А., Мешик О.П., Стефаненко Ю.В., Шешко Н.Н.

УО «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, optimum@tut.by

The article discusses changes in the hydrographic network. The sources of changes in the density of the hydrographic network of the National Park «Pripyat». The analysis of changes in the tortuosity of three major rivers.

Введение

Национальный парк «Припятский» является уникальным природно-территориальным комплексом. Национальный парк обладает значительным потенциалом водных и биологических ресурсов. Территория парка в большей степени располагается в пределах поймы р. Припять. Припять имеет особую историю вовлечения в промышленное и сельскохозяйственное производство,

а также уникальный для территории Беларуси гидрологический режим. Освоение пойменных земель в пределах водосбора данной реки внесли значительный вклад в дальнейшее ее существование и развитие. Главная задача таких особых территорий заключается в создании условий для сохранения биологического разнообразия, а также возможности проведения научных исследований с целью изучения природных механизмов и путей их поддержания в исходном состоянии. Реализация данных задач, как данным, так и иными особо охраняемыми природными территориями невозможна без своевременного мониторинга за различными компонентами природной среды.

Малая гидрографическая сеть является важным компонентом любого природного комплекса, в том числе и Национального парка «Припятский», а её состояние – индикатором изменениям такого рода комплексов. Малая гидрографическая сеть представляет собой совокупность истоков малых рек, временные водотоки, небольшие водоемы естественного и искусственного происхождения. Изучению различных аспектов формирования водных ресурсов и качества воды малых равнинных рек посвящено много исследований [0; 2; 3]. В них рассмотрен ряд общих и региональных закономерностей формирования и методов расчета жидкого, твердого и химического стока, характеристик их хозяйственного использования, намечены пути оздоровления малых рек. Как один из элементов природных комплексов можно выделить малые реки с ландшафтами их бассейнов. Формирующие своеобразные «узлы» ландшафта, реки достаточно сильно реагируют на вмешательства различного рода. Это, в свою очередь, приводит к серьезным функциональным изменениям в экосистемах.

Для решения данных задач требуется подробная информация о состоянии, тенденции изменений, генезисе, структуре ландшафтов. Многими учеными малые реки определялись как своеобразные геосистемы, состоящие из генетически неоднородных долинно-речных и межречных ландшафтов. Развитие и функционирование ландшафтов Национального парка «Припятский» связано с режимом движения русловых потоков р. Припяти и их энергетикой [6; 7]. Проблемы спецификации долинно-речных и межречных ландшафтов уже давно привлекали исследователей [8]. Изменение ландшафтов малых рек данной территории происходили, происходят и будут происходить под влиянием естественных и антропогенных факторов.

К естественным факторам трансформации речных бассейнов природно-территориального комплекса относятся геолого-геоморфологические, гидрологические, климатические и др. Эрозионно-аккумулятивные и оползневые процессы характерны для данной территории, в связи с преобладанием песчаных грунтов и значительной шириной поймы.

Значительную роль в трансформации гидрографической сети играют антропогенные факторы, одними из которых были создание искусственной гидрографической сети, зачастую для решения разрозненных задач. Кроме того стоит отметить, что решаемые задачи иногда были диаметрально противоположны друг другу.

Для анализа изменений структуры и параметров гидрографической сети требуется инструмент количественной их оценки. Такого рода инструменты и подходы подробно изложены в работе [4].

Исходя из этого, в данной работе была поставлена задача оценки произошедших изменений в структуре и параметрах гидрографической сети природно-территориального комплекса Национальный парк «Припятский».

Материалы и методы

В современной науке широко используются геоинформационные системы (ГИС) для анализа различного рода объектов, имеющих географическую привязку. В рамках данного исследования на первом этапе рассматривалось создание подробной ГИС гидрографической сети Национального парка.

В настоящее время для дистанционного исследования состояния гидрографической сети используются два основных параметра: извилистость и густота гидрографической сети. Однако, оперируя только этими параметрами, не возможно полностью описать трансформацию гидрографической сети. Так, в некоторых случаях, при значительных изменениях положения русла реки извилистость и густота гидрографической сети не изменятся, что позволяет сделать вывод о недостаточности данных показателей.

Для характеристики формы реки в плане используется коэффициент извилистости русла реки

$$\rho = \frac{L}{l}, \quad (1)$$

где L – длина русла реки основного тальвега; l – расстояние по прямой между истоком и устьем реки. Данный показатель применим для характеристики извилистости всей реки. Описание извилистости реки, особенно ее участков, коэффициентом ρ затруднено, вследствие слабой его чувствительности. Данная ситуация характерна для рек, водосбор которых имеет значительную асимметрию. Поэтому, учет асимметрии водосбора даст возможность более достоверно оценить величину трансформации извилистости русла реки. Для чего в формулу (1) вводится поправочный коэффициент ξ

$$\rho' = \frac{L}{l \cdot \xi}, \quad (2)$$

где $\xi = f\left(\left|\sum_i A_{R,i} - \sum_i A_{L,i}\right|, L, l\right)$. Коэффициент прямо пропорционально зависит от разницы суммы правых $\sum_i A_{R,i}$ и левых $\sum_i A_{L,i}$ площадей. При этом, он обратно пропорционален длине русла реки L , а также расстоянию по прямой линии между истоком и устьем реки l . Исходя из этого, можем записать формулу в общем виде для определения ξ

$$\xi = \frac{\left|\sum_i A_{R,i} - \sum_i A_{L,i}\right|}{L \cdot l} \cdot \alpha + 1, \quad (3)$$

где α – коэффициент пропорциональности. Значение коэффициента асимметрии водосбора ξ в случае $\left|\sum_i A_{R,i} - \sum_i A_{L,i}\right| \rightarrow 0 \Rightarrow \xi \rightarrow 1$.

В качестве количественного показателя изменения положения водотоков использовалась величина среднего смещения S_{genl} русла реки на единицу ее длины

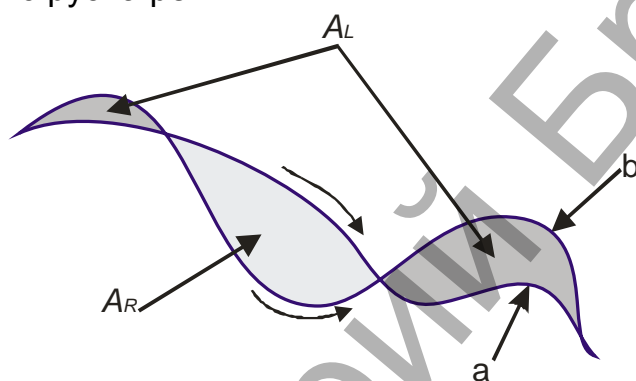
$$S_{genl} = \frac{\sum_i A_{R,i} + \sum_i A_{L,i}}{L}, \quad (4)$$

где $\sum_i A_{R,i}$ и $\sum_i A_{L,i}$ – сумма площадей фигур образованных пересечением линий русла реки основного тальвега в начальный момент времени (t_0) и текущий момент времени (t) (рис. 1). Индексы R (справа) и L (слева) отображают площади образовавшихся фигур относительно линии русла реки слева и справа по течению за время $t_a - t_b$.

Представив формулу (4) в виде

$$S_{\text{vect}} = \frac{\sum_i A_{R,i} - \sum_i A_{L,i}}{L}, \quad (5)$$

получаем величину преобладающего среднего смещения русла реки на единицу его длины. Выполнение условия $\sum_i A_{R,i} - \sum_i A_{L,i} \approx 0$ соответствует частично спрямлению русла реки.



a – положение линии русла реки в момент времени t_a ;
b – положение линии русла реки в момент времени t_b ;

Рисунок 1 – Расчетная схема смещения русла реки

В основу разработки ГИС гидрографической сети были положены уже существующие картографические материалы. За прошедшее столетие детальное и наиболее точное картирование проводилось два раза. Впервые это выполнялось в 1911–1930 гг. Состояние гидрографической сети на тот момент можно расценивать как наименее подверженное антропогенному воздействию. В 1984–1988 гг. были подготовлены более новые топографические карты данного района. Эти картографические материалы, благодаря их высокой точности, можно использовать как основу для последующей векторизации объектов. И как наиболее современные данные, использованы космические снимки с наиболее подходящими для выделения гидрографии цветовыми каналами.

Для сопоставления состояния гидрографической сети в различные периоды необходимо унифицировать положение водотоков. С этой целью основой для унификации приняты картографические материалы 1984–1986 гг. Процесс векторизации и классификации водотоков проводился в первую очередь по вышеназванным картам. Применяемая кодировка учитывает порядок водотока по отношению к основным рекам Национального парка «Припятский». Кроме того, отдельно кодировались каналы. При обработке картографических материалов 1911–1930 г. выполнялось удаление водных объектов (ранее векторизованных по состоянию на 1986 г.) в случае их отсутствия на карте. Для основных рек оцифровка материалов 1911–1930 гг. проводилась повторно.

В результате обработки данных для последующего анализа получены два основных цифровых слоя. Первый слой представлен водотоками Национального парка на современном этапе, второй слой – водотоками в исходном или близком к нему состоянии.

Результаты исследования и их обсуждение

На основе анализа гидрографической сети выделены 9 наиболее значимых водотоков. Их происхождение как естественное, так и антропогенное. Для данных водосборов (таблица 1) выполнен анализ изменений в густоте гидрографической сети. Как видно из таблицы 1 густота гидрографической сети практически не изменилась. Этот факт указывает на то, что структура гидрографической сети сформировалась и является стабильной для данной территории.

Таблица 1 – Основные водотоки Национального парка «Припятский» и их характеристики

Наименование водотока	Площадь участка водосбора в пределах комплекса, км ²	Густота гидрографической сети, км/км ²	
		на 1911 г.	на 2005 г.
Р. Ствига	204	0,32	0,33
Р. Свиновод	270	0,24	0,24
Кан. Крушинная	220	0,50	0,49
Кан. Главная	110	0,69	0,68
Кан. Ст-3	17	0,50	0,50
Кан. Бычок	289	0,31	0,34
Кан. Залесская стрелка	158	0,42	0,59
Кан. Язовицкая	68	0,68	0,68
Р. Уборть	70	0,29	0,25

Изменение пространственного положения исследовалось только для естественных водотоков, так как положение на местности и извилистость искусственных водотоков практически не подвержена изменениям. В этом случае выбраны три наиболее крупные реки: р. Ствига, р. Свиновод, р. Уборть (таблица 2). Как и ранее площади водосборов данных рек рассматриваются только в пределах природно-территориального комплекса Национальный парк «Припятский».

Таблица 2 – Трансформация извилистости участков основных естественных водотоков

Наименование реки	Извилистость участка русла реки с учетом асимметрии водосбора (ρ'), безразмерная		Смещение русла реки, м	
	на 1911 г.	на 2005 г.	среднее S_{genl}	преобладающая S_{vect}
Ствига	1,61	1,62	106	47
Свиновод	1,87	1,85	100	-67
Уборть	1,84	1,58	85	-46

Река Уборть претерпела незначительное снижение извилистости в связи с частичным спрямлением русла на отдельных участках. При этом пространственное положение русла основного тальвега также имеет незначительное

смещение. Для всех рассматриваемых рек наблюдается незначительное смещение положений водотоков, в основном, обусловленное естественным меандрированием.

При анализе результатов таблицы 2, а именно последних двух колонок необходимо учитывать погрешность определении пространственного положения водотоков. Картографический материал хоть и имеет координатную сетку в географической системе, при этом сохраняются неточности их пространственной привязки.

Заключение

В настоящей статье рассмотрены современные подходы к анализу процессов трансформации малой гидрографической сети как одного из важнейших элементов экосистем. Показана их недостаточная информативность и необходимость использования новых методов для количественного описания трансформации малой гидрографической сети. В этой связи, рассмотрены несколько показателей, более полно описывающих состояние гидрографической сети, к которым относятся: асимметрия водосбора, смещения русла реки общее и преобладающее.

С применением указанных подходов и методов выполнен анализ изменений в структуре и схеме гидрографической сети природно-территориального комплекса Национальный парк «Припятьский». Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. устроенная проводящая сеть открытых каналов в начале 20-го века сохранила свою структуру практически в неизменном состоянии;

2. выявленные незначительные изменения структуры гидрографической сети обусловлены, в первую очередь, естественным зарастанием русл. Для особо охраняемых территорий с заповедным режимом эксплуатации проведение мероприятий по реконструкции техногенных объектов не «вписавшихся» в структуру геосистемы не рекомендуется;

3. рассматривая отдельные водосборы, можно выделить водосбор канала «Залесская стрелка», практически единственного, в пределах которого создана небольшая польдерная гидромелиоративная система, приведшая к увеличению густоты гидрографической сети с $0,42 \text{ км/км}^2$ до $0,59 \text{ км/км}^2$;

4. естественные и искусственные водотоки, выполняющие свои задачи по отводу избыточной влаги и не подверженные зарастанию/заилению поперечного профиля в значительной степени, требуют проведения периодических мероприятий по поддержанию требуемого поперечного сечения;

5. необходимо разработать научно обоснованный график обслуживания русловой части искусственных, и частично, естественных водотоков, который обеспечит безопасное функционирование малых речных экосистем.

Список литературы

1. Вендров, С.Л. Проблемы малых рек/ С.Л. Вендров, Н.И. Коронкевич, А.И. Субботин // Вопросы географии, сборник 118 «Малые реки» М.: «Мысль», 1981. – 270с.
2. Ясинский. С.В. Проблемы малых рек России / С.В. Ясинский. Н.И. Коронкевич, Д.А. Елисеев // Гидротехническое строительство. – 1994. – № 8. – С.1–5.

3. Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек: Межресп. науч.-практ. конф.: Сб. материалов, Краснодар, 20–23 июня 1992 г. / под ред. В.Я. Кагалевский. – Краснодар, 1992. – 228 с.

4. Волчек, А.А. Методика оценки трансформации гидрографической сети (на примере ООПТ «Беловежская пуца») / А.А. Волчек, Н.Н. Шешко // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2011. – № 2(68): Водохозяйственное строительство и теплотехника. – С. 20–25.

5. Волчек, А.А. Методика оценки трансформации гидрографической сети / А.А. Волчек, Н.Н. Шешко // Инновационные технологии в мелиорации и сельскохозяйственном использовании мелиорированных земель: тезисы докладов международной научно-практической конференции, Минск, 15–17 сентября 2010 г. / РУП «Институт мелиорации» ; ред. кол. Н.К. Вахонин, А.П. Лихацевич [и др.]. – Минск, 2010. – С. 69–71.

6. Мильков, Ф.Н. Бассейн рек как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования / Ф.Н. Мильков // География и природные ресурсы. – 1981. – № 4. – С. 11–18.

7. Михно, В. Б. Системная организации ландшафтов речных бассейнов Центрального Черноземья / В.Б. Михно // Эколого-геологические исследования в речных бассейнах: материалы международной науч.-практ. конф. – Воронеж, 2001. – С. 45–49.

8. Мильков, Ф.Н. Междуречные ландшафты среднерусской лесостепи / Ф.Н. Мильков и др. – Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1990. – 232 с.

УДК 626.81

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ТЕРРИТОРИИ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ЗВАНЕЦ»

Волчек А.А., Мешик О.П., Шешко Н.Н., Малашевич В.В.*, Образцов Л.В.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vig_bstu@tut.by

* Общественная организация «Ахова птушак бацькаўшчыны», г. Минск, Республика Беларусь, info@ptushki.org

The article contains the results of research of the water regime Zvanets mire. The authors proposed a scheme for management of water resources.

Введение

Ландшафтный заказник «Званец» имеет площадь 16227 га и расположен на территории Дрогичинского и Кобринского районов Брестской области. С севера ограничен Днепровско-Бугским каналом, с запада и востока Ореховским и Белоозерским каналами. В пределах границ заказника расположено одноименное крупнейшее в Беларуси болото.

Болото «Званец» характеризуется значительным биологическим разнообразием. На его территории произрастают 6 уникальных и редких растительных

сообществ региональной и национальной значимости и 4 – международной значимости. Из 644 выявленных видов высших сосудистых растений, 67 видов требуют различных форм охраны. В Красную книгу Беларуси [1] включено видов: птиц – 17, млекопитающих – 2, рептилий – 1, земноводных – 1, наземных беспозвоночных – 15, водных беспозвоночных – 3. Из 125 выявленных видов птиц, 30 имеют европейский охранный статус. Международная значимость болота «Званец» – поддержание глобально угрожаемых видов птиц: самой крупной в Европе популяции вертлявой камышевки *Acrocephalus paludicola* (16 % европейской популяции), большого подорлика *Aquila clanga*.

Водный режим болота можно считать антропогенно преобразованным. В настоящее время болото окружено крупными каналами и мелиоративными системами. Целью работы является оценка текущего состояния гидролого-климатических и гидрогеологических характеристик территории ландшафтного заказника «Званец» с учетом существующего состояния мелиоративной сети и гидротехнических сооружений, разработка схемы управления водным режимом, позволяющей создать условия для естественного восстановления и поддержания популяций флоры и фауны.

Основная часть

Для реализации поставленной цели, в результате обработки графических материалов (топографических карт, аэрофотоснимков и т.д.) нами создана ГИС гидрографической сети ландшафтного заказника «Званец» (рисунок 1).

Среди факторов, вызывающих неблагоприятный гидрологический режим на болоте можно выделить следующие.

В последние десятилетия имеет место увеличение атмосферного увлажнения (около 25 мм за годовой период на исследуемой территории) [2], что только на площади заказника дает дополнительный объем воды около 4,1 млн. м³ в среднем за год. Результатом является рост уровней грунтовых вод, увеличение доли поверхностного стока и неспособность существующей гидрографической сети пропустить формирующиеся расходы воды в критические гидрологические периоды. Увеличение атмосферного увлажнения имеет место в мае и июне, в результате чего уровни воды на болоте в это время все еще выше поверхности земли (рисунок 2).

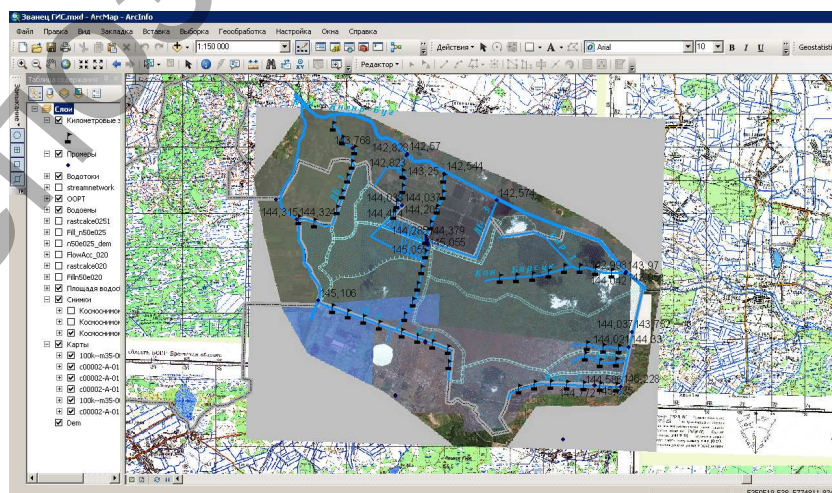


Рисунок 1 – Структура и основные элементы ГИС гидрографической сети ландшафтного заказника «Званец»

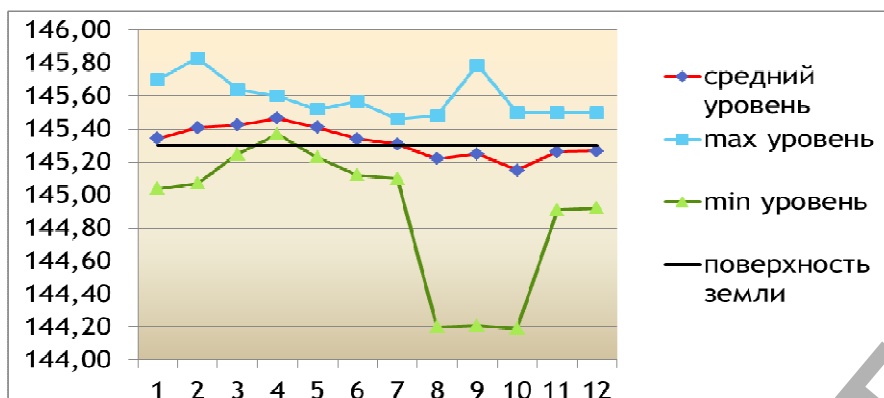


Рисунок 2 – Средние многолетние уровни воды на болоте «Званец» за период 1999–2007 гг.

Влияние Днепровско-Бугского и Белоозерского каналов на гидрологический режим болота, в целом, незначительно. Уровень воды в каналах более чем на 1 метр ниже, чем на болоте. Однако в 2010 году завершена реконструкция гидроузла и сдана в эксплуатацию мини-ГЭС в г. Кобрине (25 км ниже по течению Днепровско-Бугского канала). Для обеспечения необходимого напора на гидроузле уровни воды в канале зимой стали выше. На 15–20 суток раньше стало наступать весеннее половодье в данном бассейне [3]. Все это создает подпоры Ореховского канала и затрудняет грунтовый сток с болота зимой.

В целом, наибольшую значимость в увлажнении болота имеет Ореховский канал. Максимальные уровни воды в канале превышают среднюю отметку на болоте (145,3 м). Защита от затопления территории водой Ореховского канала организована посредством дамбы обвалования. Конструктивные параметры дамбы были оценены при проведении натурных исследований. Ширина гребня дамбы 6 м, высота 3 м. Для оценки объема воды фильтрующейся через грунтовую дамбу, выполнен расчет и составлены графики зависимости объема притока за период весеннего половодья (30 суток) от разности отметок свободной поверхности воды в Ореховском канале и воды на болотном массиве. При этом, в качестве численного эксперимента рассматривались различные значения коэффициента фильтрации грунта сложения дамбы обвалования. Анализ результатов показал, что при разности уровней воды в верхнем и нижнем бьефах 1 м и коэффициенте фильтрации 0,04 мм/с, объем профильтровавшей воды за период паводка составит 24 тыс. м³. При поддержании данной разности уровней в течение всего года объем притока составит 288 тыс. м³, или 55 мм слоя воды на водосборной площади канала О–1, что является значимой величиной и требует проведения противофильтрационных мероприятий.

Пруды рыбхоза «Новоселки» оказывают незначительное влияние на перераспределение поверхностного стока. Обводные и сбросные каналы рыбхоза перехватывают фильтрационные воды прудов и незначительную часть стока с болота в пределах осушительного действия самих каналов.

На гидрологический режим территории заказника также оказывают влияние 7 мелиоративных систем. Только 3 из них имеют существенное значение. Мелиоративная система «Ореховская» – сбросные расходы 4,6 (4,8–30,0) м³/с. Мелиоративная система «Травы» и «Радостово-2» – сбросные расходы 2,7 (1,4–10,0) м³/с. Максимальные расходы соответствуют водосборной площади мелиоративных систем и могут рассматриваться как аварийные, например, при прорыве оградительных дамб. Наибольшие сбросные расходы поступают из водохранилища «Ореховской» мелиоративной системы, расположенного возле д. Повитье, к югу от заказника.

На рисунке 3 приведена схема поступления и отвода вод с территории заказника.

Оптимальный, с точки зрения поддержания биологического разнообразия, в частности, популяции вертлявой камышевки, гидрологический режим болота имеет 3 характерных периода [4]. В марте-апреле – равномерное затопление болота до верхнего уровня кочек, в первой декаде мая – обеспечение затопления до отметки 145,4 м (на 10 см ниже уровня кочек) и дальнейшее плавное понижение уровней воды до поверхности земли, в июле-октябре – обеспечение уровней грунтовых вод 10–30 см.

На основе анализа рельефных, гидрологических и гидрогеологических условий исследуемой территории определена структура физико-математической модели движения водных масс по водотокам. Предполагается, что движение поверхностных вод в маловодный период происходит в руслах существующих водотоков, а в период прохождения паводка или половодья движение водных масс происходит в руслах водотоков и вдоль их непосредственно по пойменной части водосбора.

При движении воды по пойме её гидравлические характеристики и сам расчетный расход рассматриваются отдельно. Незначительная непараллельность направлений стока воды в русле и на пойме учитывается показателем косины потока, который определяется на основе разработанной карты структуры поверхностного стока (рисунок 4). Так, при величине угла α до 90° расход, формирующийся на пойме, прибавляется, а при величине α более 90° расход отнимается. Расчет расхода ($\text{м}^3/\text{с}$) ведется по формуле

$$Q = Q_{\text{русл}} + Q_{\text{пойм}} \cdot \cos \alpha, \quad (1)$$

где $Q_{\text{русл}}$ – расход воды в русловой части, $\text{м}^3/\text{с}$; $Q_{\text{пойм}}$ – расход воды в пойменной части водотока, $\text{м}^3/\text{с}$; α – угол между направлением стока в русле и на пойме.

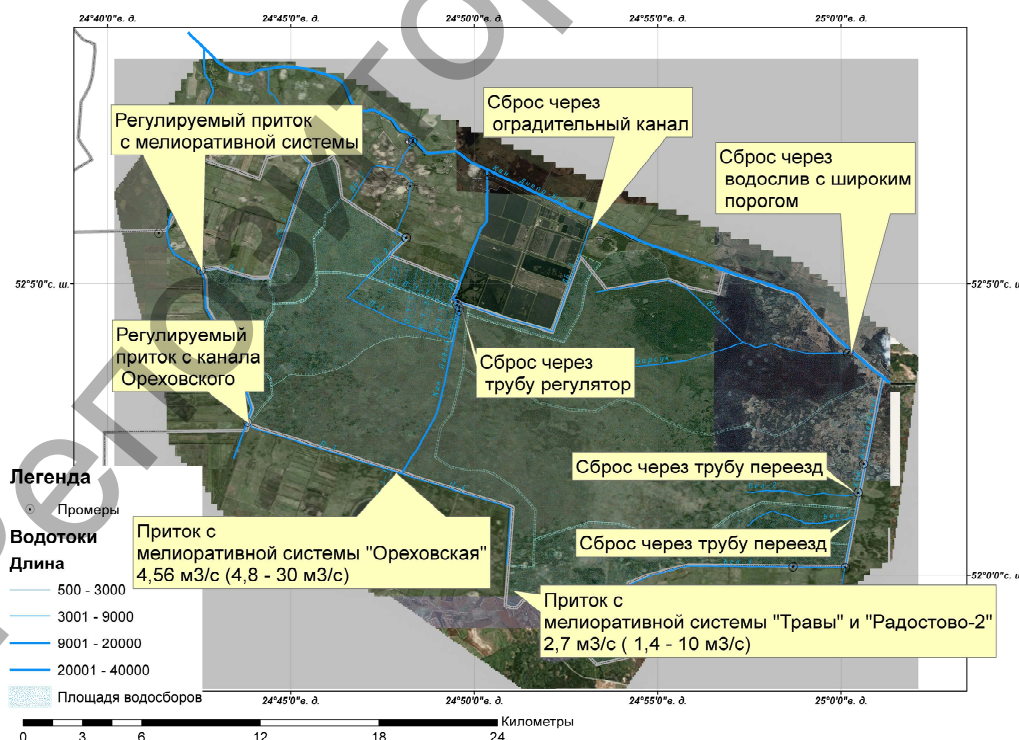


Рисунок 3 – Карта-схема основных источников поступления и сброски водных ресурсов на территории ландшафтного заказника «Званец»

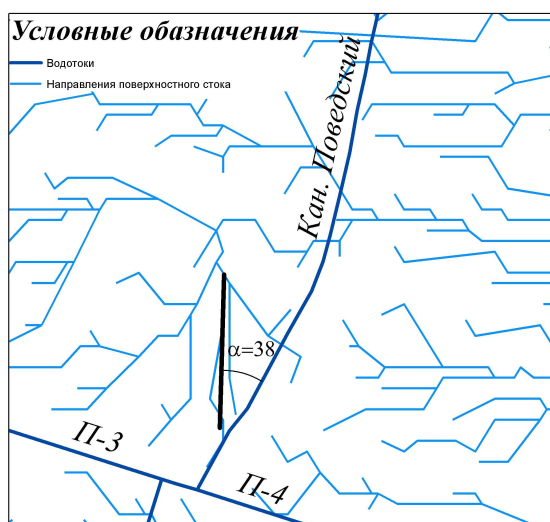


Рисунок 4 – Схема определения направления движения воды на пойме (канал Поведский ПК 0 – ПК 2)

Расход воды для русловой и пойменной частей вычисляется на основе уравнения Шези-Базена

$$Q_{\text{русл/пойм}} = \omega_{\text{русл/пойм}} \frac{87}{1 + \frac{\gamma_{\text{русл/пойм}}}{\sqrt{R_{\text{русл/пойм}}}}} \sqrt{R_{\text{русл/пойм}} \cdot i}, \quad (2)$$

где $\omega_{\text{русл/пойм}}$ – площадь живого сечения русловой/пойменной частей водотока, м^2 ; $R_{\text{русл/пойм}}$ – гидравлический радиус русловой/пойменной частей водотока, м; $\gamma_{\text{русл/пойм}}$ – коэффициент шероховатости по Базену русловой / пойменной частей водотока; i – средний уклон поверхности земли на расчетных интервалах.

Особенности применения уравнения (2) заключаются в необходимости выполнения натурных измерений поперечного профиля русла и поймы водотока. Расстояние между промерными створами зависит от решаемых задач. В случае необходимости моделирования положения кривой подпора или спада интервалы должны быть в пределах прогнозируемой её длины. В общих случаях кривая подпора при уклонах водотока i менее критических $i_{\text{кр}}$ составляет в пределах 1–2 км. Поэтому расстояние между расчетными створами принимается равным 1 км, что позволяет снизить влияние изменённого уровня режима в нижележащих створах. При этом принятый шаг позволят учесть особенности увеличения площади водосбора по длине водотока. Используя дискретную функцию

$$F = f(L), \quad (3)$$

отражающую зависимость площади водосбора F от расстояния до истока L , имеем возможность для любого пикета получить площадь водосбора.

Выполнив анализ условий формирования весеннего половодья для территории заказника «Званец» составлены гидрографы стока различной обеспеченности. Гидрографы весеннего половодья составлены по типовым графикам для данного гидрологического района. Дискретность гидрографов составляет 1 сутки (рисунок 5).

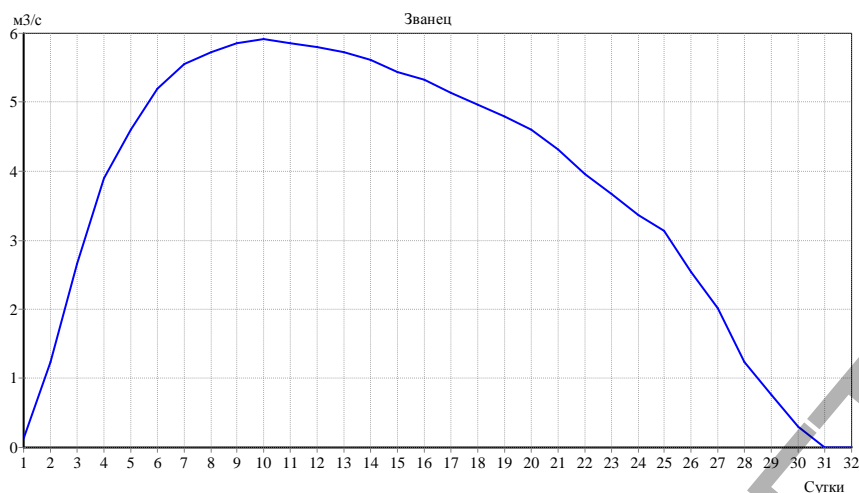


Рисунок 5 – Гидрограф весеннего половодья 10 % обеспеченности для условного водосбора площадью 10 км²

Используя расчетные гидрографы, аналогичные приведенному на рисунке 5 вычисляются среднесуточные модули стока $q_{сут}$, (м³/с)/км², для соответствующих обеспеченностей. Таким образом, получаем дискретную функцию аналогичную (3) для расхода воды в водотоках по пикетам. Общий вид функции

$$Q = f(L, q_{сут}). \quad (4)$$

На основе результатов стандартных гидрометрических работ определяются отметки характерных точек русла и поймы водотока, по которым строится поперечный профиль, и вычисляются площади поперечного сечения (ω), смоченный периметр (χ) и гидравлический радиус (R) для различной глубины наполнения [5]. При этом, используются зависимости:

$$\omega = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i (y_{i+1} - y_{i-1})); \quad (5)$$

$$\chi = \sum_{i=1}^{n-1} \sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2}, \quad (6)$$

где x_i и y_i – координаты i -той точки рассматриваемого многоугольника (рисунок 6), м; n – количество точек многоугольника.

Приращение глубины принимается в зависимости от выраженности рельефа дна водотока, но рекомендуется принимать количество итераций $\tau > 50$, тогда $\Delta h = \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{\tau}$. Аналогично определяется зависимость смоченного периметра и гидравлического радиуса.

По полученным массивам $[\omega, h_{cp}]$ и $[R, h_{cp}]$ выполняется оценка параметров регрессионной модели вида

$$\omega = \alpha_{\omega} \cdot (h_{cp} - h_{cp}^{meas})^2 + \beta_{\omega} \cdot (h_{cp} - h_{cp}^{meas}) + \omega^{meas}, \quad (7)$$

$$R = \beta_R \cdot (h_{cp} - h_{cp}^{meas}) + R^{meas}, \quad (8)$$

где α, β – константы регрессионного уравнения.

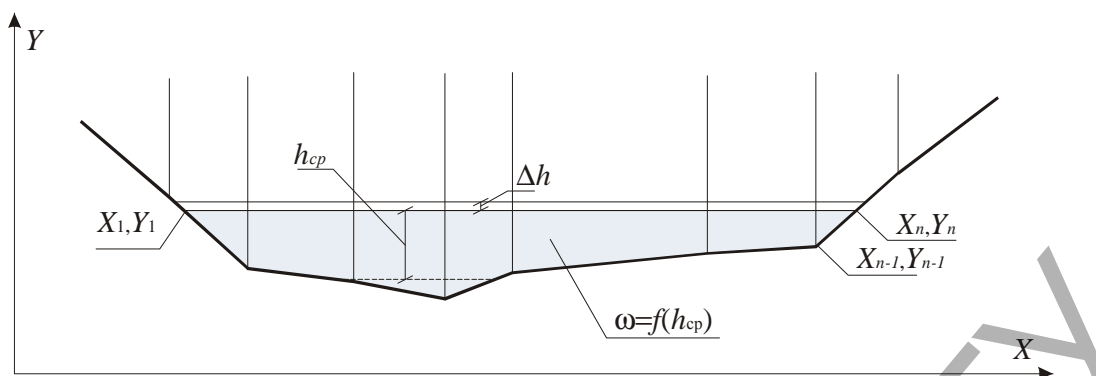


Рисунок 6 – Схема численной обработки данных промерных работ

Одновременно с обработкой данных гидрометрических измерений производится отслеживание прироста гидравлического радиуса с увеличением наполнения русла с целью определения момента затопления поймы водотока. Определение момента выхода воды на пойму осуществляется, исходя из условия

$$R_{i-1} > R_i + \Delta h \frac{\tau}{10 + \frac{\tau}{5K10}}, \quad (9)$$

где R_{i-1} , R_i – гидравлические радиусы.

Представление зависимости площади живого сечения от средней глубины в форме функции вида (7) дает возможность численного решения уравнения Шези по средней глубине потока

$$Q_{P\%} = \omega_{P\%} C_{P\%} \sqrt{R_{P\%} i}, \quad (10)$$

где $C_{P\%}$ – коэффициент Шези, $m^{0,5}/c$; $i = i_0$ – гидравлический уклон, при равномерном установившемся движении можно принять как средний уклон дна водотока.

Уравнение (10) можно записать как систему уравнений:

$$\begin{cases} Q_{P\%} = \omega_{P\%} C_{P\%} \sqrt{R_{P\%} i} \\ \omega_{P\%} = \alpha_{\omega} \cdot h_{cp P\%}^2 + \beta_{\omega} \cdot h_{cp P\%} + \varphi_{\omega} \\ R_{P\%} = \alpha_R \cdot h_{cp P\%}^2 + \beta_R \cdot h_{cp P\%} + \varphi_R \\ C_{P\%} = \frac{R_{P\%}^{2,5\sqrt{n}-0,13-0,75\sqrt{R_{P\%}}(\sqrt{n}-0,1)}}{n} \end{cases} \quad (11)$$

Как видно из уравнения (11), количество неизвестных больше чем количество уравнений. Исходя из этого, предполагаем, что измеренные значения гидравлических характеристик стока $Q_{изм}$, $R_{изм}$, $\omega_{изм}$, $C_{изм}$, i и искомая средняя глубина воды заданной обеспеченности относятся к одному гидрологическому сезону. Исходя из этого, можно определить шероховатость русла водотока по формуле Н.Н. Павловского [6]

$$C_{изм} = \frac{R_{изм}^{2,5\sqrt{n}-0,13-0,75\sqrt{R_{изм}}(\sqrt{n}-0,1)}}{n}, \quad (12)$$

где $C_{изм} = \frac{Q_{изм}}{\omega_{изм} \sqrt{R_{изм} i}}$ – коэффициент Шези, определяемый на основе измеренных значений расхода и параметров поперечного сечения русла водотока.

В качестве входного параметра схемы управления водным (гидрологическим) режимом используется оптимальная отметка поверхности воды в пределах расчетного створа. Требуемая отметка достигается управлением расходом воды в водотоке. В пределах исследуемого объекта функционирует незначительное количество регулирующих гидротехнических сооружений, и их диапазон регулирования расходов зачастую не позволяет решить поставленные задачи. В этом случае поиск необходимого расхода заключается в определении даты подъема уровня воды в канале и включения в схему управления регулирующих сооружений. На основе прогноза водности года выбирается тот или иной расчетный гидрограф весеннего половодья. Возможно использование трех расчетных схем, увязанных с гидрологическими условиями:

1) расход воды в пределах гидрографа весеннего половодья не позволяет сформироваться необходимому расходу до расчетной даты;

2) сток весеннего половодья позволяет установить необходимый расход воды в канале до расчетной даты, и, в свою очередь, расход воды находится в пределах диапазона регулирования функций гидротехнического сооружения;

3) сток весеннего половодья позволяет установить необходимый расход воды в канале до расчетной даты, но расход находится за пределами диапазона регулирования функций гидротехнического сооружения.

Наиболее удобной, с точки зрения регулирования, является вторая расчетная схема. В этом случае, подбираем расход, позволяющий поддерживать оптимальный (заданный) уровень воды на территории заказника. Такой подход эффективно реализуется как при поддержании высоких уровней воды (немногом менее отметки кочек), так и при снижении уровня до отметки земли.

Следует отметить, что основным сооружением, включенным в схему управления водным режимом исследуемой территории, является труба-регулятор на Поведском канале, находящаяся в 6 км от истока, что делает практически невозможным реальное по-суточное управление водным режимом в контрольных точках. Существующее сооружение способно пропускать расходы воды весеннего половодья и дождевых паводков и с большим запаздыванием и с погрешностью может обеспечить необходимые контрольные отметки на поверхности болота в нужные сроки. Инерционность работы сооружения находится в пределах 3–15 суток. Для бесперебойной работы трубы-регулятора на Поведском канале необходимо неукоснительно соблюдать действующие «Правила эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений» [7]. В части управления сооружением необходимо обеспечить пропуск максимальных расходов при полностью открытом затворе. На спаде весеннего половодья, через 3–10 суток после прохождения пиковых расходов, в зависимости от расчетной обеспеченности, следует обеспечить постепенное закрытие затвора для достижения контрольных отметок на болоте в первой декаде мая. В течение дальнейшего теплого периода затвор остается закрытым в зависимости от водности года.

На рисунке 7 представлены слои стока, которые могут пропустить существующие водотоки и сетевые сооружения на территории заказника за период весеннего половодья (прямая линия). Верхняя кривая показывает фактическое

накопление слоя воды на болоте. В качестве показателя работы водотоков и сооружений рассматривается разность кривой накопления воды и ее сработки (нижняя (балансовая) кривая). В случае превышения пропускной способности водотока над притоком, балансовая кривая отсутствует. В средний по водности год ($P = 50\%$) пропускная способность линейных и сетевых сооружений обеспечивается. С учетом наступления даты весеннего половодья, рисунок 7, можно сделать выводы об уровнях воды на болоте к контрольным датам и принять решение о необходимости открытия / закрытия затворов существующих гидротехнических сооружений.

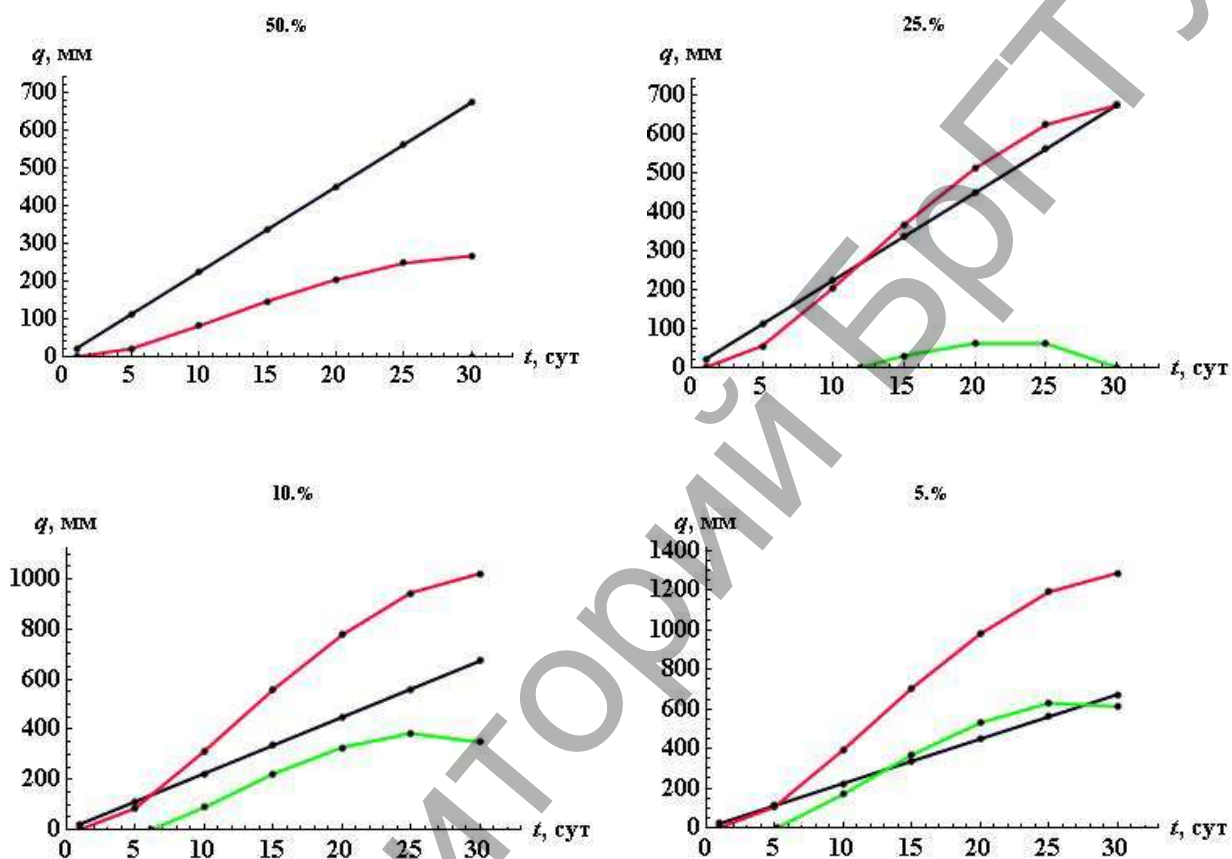


Рисунок 7 – Интегральные графики накопления и расходования водных ресурсов территории заказника «Званец» за период весеннего половодья

Учитывая большую значимость в подтоплении болота водохранилищем мелиоративной системы «Ореховское», необходимо строго соблюдать «Правила эксплуатации прудов и малых водохранилищ сельскохозяйственного назначения» [8]. Для защиты болота от поступления в многоводные годы дренажных вод мелиоративных систем, со стороны Сбросного канала, необходимо строительство защитной дамбы и береговой дрены. Для обеспечения подачи воды на увлажнение из Сбросного канала в маловодные годы, необходимо строительство регулирующего сооружения в истоке Поведского канала.

Для контроля уровней воды на болоте, наблюдения за динамикой грунтовых и поверхностных вод, считаем необходимым установку на территории болота датчиков уровней, распределенных в контрольных точках, которые позволят оптимизировать схему управления гидрологическим режимом на территории заказника, в целом.

Заключение

Только в средний многолетний по водности год (50 %-ной обеспеченности расходов весеннего половодья) элементы существующей гидрографической сети с сооружениями пропускают нормативные, экологически безопасные расходы воды территории заказника «Званец».

Первоочередными мероприятиями для повышения пропускной способности являются:

- расчистка русл водотоков и удаление бобровых плотин на Поведском и Батыевском (Барсук) каналах;
- ремонт регулятора на сбросе Поведского канала;
- строительство дамбы обвалования вдоль Сбросного канала;
- устройство трубчатого регулятора для подачи воды в засушливые периоды в исток Поведского канала;
- проведение мероприятий по снижению паводкового и фильтрационного питания земель со стороны Ореховского канала;
- неукоснительное соблюдение Предприятиями мелиоративных систем (ПМС) действующих «Правил технической эксплуатации линейных и сетевых гидротехнических сооружений», а также наливного водохранилища и насосных станций;
- организация сети мониторинга за уровнями грунтовых и поверхностных вод на болоте.

Список литературы

1. Чырвоная кніга Рэспублікі Беларусь: Рэдкія і тыя, што знаходзяцца пад пагрозай знікнення, віды жывел і раслін // – Мн.: БелЭн., 1993. – 560 с.
2. Мешик, О.П. Трансформация режима выпадения атмосферных осадков на территории Беларуси / О.П. Мешик, В.Е. Валуев // Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство и теплотехника. – 2005. – № 3(33). – С. 3–6
3. Волчек, А.А. Возможные изменения речного стока в зависимости от прогнозируемого изменения климата / А.А. Волчек, Д.Н. Дашкевич, О.П. Мешик, В.Е. Валуев // Экологический вестник. – 2011. – №3. – С. 5 – 13.
4. Актуализация и корректировка планов управления заказниками «Споровский» и «Званец»: отчет о НИР (итоговый): Книга 1. План управления республиканского биологического заказника «Званец» / государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам»; рук. темы О.С. Беляцкая. – Минск, 2009. – 440 с. – № гр 20083031.
5. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М. : Наука, 1986. – 544 с.
6. Чугаев, Р.Р. Гидравлика : учебник для вузов / Р.Р. Чугаев. – Л. : Энергия, 1975. – С. 145–147.
7. Правила эксплуатации (обслуживания) мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений: Постановление Совета Министров Республики Беларусь 10.07.2009 № 920.
8. Типовые правила эксплуатации прудов и малых водохранилищ сельскохозяйственного назначения; разработаны РУП «Белгипроводхоз» / Соколовский Г.В. [и др.]. – Минск, 2008. – 34 с.

СИСТЕМА ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ ЧИЛИ

Гледко Ю.А., Логинова Е.В.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь,
gledko74@mail.ru, lenaminsk3@mail.ru

A system of protected areas of Republic of Chile and the major ecological problems of different regions of the country and national parks and reserves are discussed in the article. Information about the most important protected areas (include topography, hydrography, flora and fauna) is provided.

Введение

Территория Республики Чили занимает узкую (15 – 355 км) вытянутую с севера на юг на 4 300 км (от 17° 30' ю.ш. до 56° ю.ш.) полосу в основном между Тихим океаном и гребнем Главной Кордильеры Анд. Географическое положение Чили исключительно своеобразно. Большое протяжение страны с севера на юг, громадные колебания абсолютных высот, наличие современного вулканизма и другие факторы обуславливают разнообразие климатических условий, почвенно-растительного покрова и уникальность природных ландшафтов страны.

Чили располагается в пределах тропического, субтропического и умеренного поясов южного полушария. Особую роль в формировании климата Чили играют Анды и проходящее у берегов холодное Перуанское течение.

Тропический пояс протягивается от северной границы до 28° ю.ш. Климат этой части страны складывается под воздействием циркуляции на восточной периферии тихоокеанского субтропического максимума. Этим обуславливается его пустынность (пустыня Атакама). Количество осадков на склонах Анд не превышает 100 мм в год. Средние месячные температуры от 12 – 16°С в июле до 18 – 22°С в январе. В прибрежных районах источниками влаги служат «каманчакас» (гаруа) – зимне-весенние туманы и морось. Природные зоны – пустыни и высокогорные луга и кустарники.

Субтропическое Чили располагается между 28 и 42° ю.ш. Летом территория Среднего Чили находится под влиянием тихоокеанского антициклона, зимой под воздействием циклонов полярного фронта, усиливающихся к югу. В северной части климат полупустынный, в центре – средиземноморского типа, в южной – влажно-субтропический. Количество осадков возрастает к югу от 100 мм до 2 500 мм. Средние температуры июля снижаются к югу от 12 до 8°С, января – от 20 до 15°С. В северной части субтропического пояса выделяются природные зоны пустынь и полупустынь, в центральной – жестколистные леса и кустарники средиземноморского типа, на юге – влажные смешанные леса.

Умеренный пояс выражен к югу от 42° ю.ш. В этом поясе выделяются две области: тихоокеанская влажная и патагонская более сухая. В первой господствуют в течение всего года сильные западные ветры. Влажный морской воздух встречает преграду Анд, обуславливающих обильные осадки на наветренных склонах (более 3000 мм в год). Амплитуды колебания средних месячных температур незначительны (4 – 5°): июль 3 – 5°С, январь 8 – 14°С. Патагонская

область находится в ветровой тени Анд и в нее приходят воздушные массы, уже в значительной степени потерявшие влагу. Среднее годовое количество осадков убывает при удалении от Анд до 250 мм, средние месячные температуры в июле от 1 до 5⁰ С, в январе от 11 до 14⁰ С. В умеренном поясе господствуют хвойно-широколиственные леса (лесообразующие породы: араукария, фицройя кипарисовидная, бук) [1].

Таким образом, разнообразие природных условий способствовало созданию уникальных природных охраняемых территорий в Республике Чили.

Основная часть

Государственная система природных охраняемых территорий (SNASPE) регулируется законом № 18.362 от 1984 года, подчиняется Национальной Лесной Корпорации (CONAF) и состоит из трех типов охраняемых территорий:

1. *Национальные парки* – комплексные природоохранно-хозяйственные и научно-исследовательские учреждения, задачами которых являются: 1) сохранение эталонных и уникальных природных комплексов и объектов природы; 2) организация экологического просвещения и воспитания населения; 3) проведение научных исследований; 4) организация рекреационной деятельности;

2. *Природные заповедники* – исключительно природоохранные научно-исследовательские учреждения государственного значения, в задачи которых входит: 1) сохранение в натуральном состоянии природного комплекса, входящего в состав заповедника; 2) проведение научных исследований; 3) организация мониторинга окружающей среды; 4) содействие в подготовке научных кадров и специалистов в области охраны природы; 5) популяризация природоохранных взглядов и дела охраны природы.

Биосферный заповедник – это охраняемая территория с эталонными ландшафтами и типичными представителями растительного и животного мира данной природной зоны.

Задачей биосферного заповедника является сохранение природных ландшафтов и генофонда данной природной зоны, изучение и мониторинг природной среды в нем и на примыкающих к нему территориях. Для организации биосферных заповедников используются, как правило, территории заповедников, национальных парков и других охраняемых территорий;

3. *Природные памятники* – уникальные или типичные ценные в научном, культурном и оздоровительном отношении природные объекты: озера, водопады, поймы рек, пещеры, рощи редких деревьев, участки целинных степей, уникальные деревья, минеральные источники, метеоритные кратеры, редкие геологические отложения, эталонные участки месторождений полезных ископаемых и др. [2].

В настоящее время в Чили созданы 33 Национальных парка, 54 природных заповедника и 15 природных памятников, площадь которых составляет приблизительно 16 млн. гектар или около 20% территории страны (на суше, островах и в океане). Кроме того, в стране есть четыре частные охраняемые территории и, в связи с принятием Закона об охране морских акваторий, создан первый морской парк (Морской парк Франсиско Колоане).

Остановимся на самых уникальных охраняемых территориях Республики Чили.

Самый старый национальный парк Чили – Национальный парк Висенте Перес Росалес – создан в 1926 году в регионе Лос Лагос, в 82 км к северо-востоку от г. Пуэрто-Монтт для охраны уникально чистых озер с редкими при-

озерными ландшафтами. Это зона активного вулканизма и тектонических процессов, область древнего оледенения. Большая часть лесов Парка соответствует типу вечнозеленых, однако с разными условиями произрастания. В плоских местах и там, где затруднен сток воды (лагуна Кайуту) господствует влажный лес из коричневого дерева, южного бука (испанское название – коигуэ), *Crinodendron patagua* (лилейное дерево) и *Myrseugenia exsucca* (питра или питрилья). Самое важное образование – лес коигуэ, произрастающий на высотах от 200 до 1000 м. Леса из алерсе (фицройя кипарисовидная или чилийская лиственница) произрастают на высоте 800–1000 м, занимая крутые склоны и топкие почвы.

В окрестностях бухты Энсенада и на склонах вулкана Осорно в условиях активного отложения вулканического пепла и лавы присутствуют молодые леса с преобладанием буков в верхнем ярусе высотой от 5 до 6 м, с плотным покровом прибрежных видов. В более высоких местообитаниях на склонах или небольших плоскогорьях произрастают леса из фицройи или чистые леса из магелланова бука.

Среди млекопитающих возможно увидеть пуду, пуму, кодкода, патагонскую или южноамериканскую лисицу, благородного оленя, кабана (два последних – интродуцированные виды), свинорылого скунса Молины, патагонскую выдру, нутрию койпу, вальдивскую мышь. Интересным является наличие двух видов сумчатых животных – чилийского ценолеста и чилийского (горного) опоссума (один из самых древних млекопитающих южноамериканского континента, в настоящее время известно 20 особей этого вида). Среди птиц – гризон малый, магелланский королевский дятел, колибри, чукао, зимородок, черноротый тапаколо или ует-ует, малый гусь. Здесь обитает 33 вида млекопитающих (1% обитающих на территории Чили) и 117 видов птиц (24% видов, обитающих в Чили).

Отступление ледников и появление вулкана Осорно позволило образовать озеро Тодос лос Сантос, окруженное высокими горами; вулканическая активность проявляется также в существовании термальных ванн, среди которых выделяются Вурилоче, Ралун, Кальяо.

Самые большие высоты соответствуют вулканическим вершинам разного времени происхождения, среди них Пунтиагудо (2490 м) и Осорно (2661 м), которые являются самыми молодыми, Ла Пикада (1710 м), Тронадор (3491 м), которые являются более старыми образованиями.

Самой большой по площади охраняемой территорией является Национальный парк Бернардо О`Хиггинс (площадь 35 269 км²), расположенный в провинциях Айсен и Магальянес. Этот парк назван в честь Бернардо О`Хиггинса, первого президента Чили.

Парк расположен между каналом Бейкера и северной частью Fjord of the Mountains (Горный Фьорд). Часть парка, расположенная на востоке, является объектом территориального спора между Чили и Аргентиной. Самая высокая вершина парка – вулкан Лаутаро высотой 3607 м. Среди других заметных вершин – гора Фицрой (Аргентина), Серро Торре и Серро Рисопатрон. Высоты меньше в южной части парка, но и они производят большое впечатление. Самая высокая вершина этой части парка – пик Бальмаседа высотой 2035 м. Красоту этой вершине добавляют глетчеры Бальмаседа и Серрано.

Парк включает в себя большую часть Южно-Патагонского ледового поля. Один из самых красивых ледников – глетчер Пио XI, к сожалению, в настоящее время на него сильно воздействует глобальное потепление, и множество ледовых блоков падает в воду. Глетчер Пио XI является самым большим ледником Южного полушария за пределами Антарктики, его площадь составляет 1,265 км². Другие известные ледники носят названия Чико, О`Хиггинс, Хорхе Монтт, Бернардо, Темпано, Восточный, Греше, Пингвин и Амалия.

Территория парка занимает зоны магеллановых субполярных лесов. В этих лесах растут удивительные древесные виды, в том числе магелланов бук, летнезеленый бук ленга, антарктический бук и дримис Винтера или канело. Южные виды буков (магелланов и антарктический) считаются самыми южными деревьями, произрастающими на Земле.

Парк является последним природным местом обитания уэмула (маленький олень, национальный символ Чили, изображен, как и кондор, на гербе страны). Также встречаются такие виды как Андский кондор, морская выдра и баклан.

Национальный парк Торрес дель Пайне считается одним из самых красивых национальных парков мира. Географически расположен в регионе Магальянес на севере граничит с Национальным парком Лос Гласиарес (Аргентина). Входит в список биосферных заповедников ЮНЕСКО с 28 апреля 1978 года, включен в список природного и культурного наследия ЮНЕСКО. Посещение парка включено почти во все туристские маршруты – почти 75% туристов, приезжающих в Чили, посещают Торрес дель Пайне. В переводе с испанского его название означает «Сосновые башни» [3, 4].

Парк представляет собой объект чрезвычайного интереса для туристов из-за своего разнообразия: великолепные горы (Холм Пайне высотой 3050 м, Башни Пайне, Рога Пайне), долины, реки (основная река – Рио-Пайне), озера (Грэй, Пеоз, Сармьенто), ледники (Грэй, Пинго, Тиндал).

Морской парк Франсиско Колоане основан в июле 2003 года как результат пятилетнего биологического обследования района вокруг небольшого острова Карлос III, расположенного между островом Санта-Инес и полуостровом Брун-свик. Назван в честь известного чилийского писателя-мариниста, «морского волка» Франсиско Колоане.

Кроме китов-горбачей, мигрирующих вдоль западного побережья Южной Америки от Колумбии, морские просторы парка и его береговая линия являются местом обитания Магелланова пингвина, бакланов и других морских птиц, морских котиков, морских львов, касаток.

Особого внимания заслуживает Национальный парк Мыс Горн, расположенный на Архипелаге Мыс Горн, включает в себя архипелаг Волластон и острова Эрмит. Это самый южный национальный парк мира [4]. Климат субантарктический, максимальная среднемесячная температура самого теплого месяца не превышает 12⁰ С, а температура самого холодного месяца составляет минус 1,5⁰ С.

Лесная экосистема представляет собой самые южные леса планеты, почти нетронутые деятельностью человека. Она характеризуется низкой плотностью деревьев с преобладанием заболоченных лесов, кроме того, наличием лесов из бука коигуэ и коричневого дерева. Парк является местом гнездования двух видов пингвинов – магелланова и антарктического.

Заключение

Основной экологической проблемой в Национальных парках Чили является туристское воздействие на окружающую среду, которое может приобретать катастрофический характер. Так, в 2011 году сильный лесной пожар охватил территорию 11 тысяч гектаров, который сумели затушить только через несколько месяцев, причем не обошлось без жертв среди спасателей.

Второй значимой экологической проблемой является постепенное повышение температуры и, как следствие, – таяние прибрежных ледников на юге Чили.

Третья значимая проблема – воздействие извержений вулканов, которые могут повлиять на состояние окружающей среды и привести к полной потере эстетической привлекательности охраняемых территорий и уничтожению древесной и травяной растительности.

Четвертая проблема – чрезмерный вылов рыбы в охраняемых территориях, а также развитие аквакультуры, особенно, выращивание лосося на продажу. В регионах Лос Лагос и Айсен это уже привело к снижению биологического разнообразия.

В засушливых регионах севера Чили основными проблемами являются отступление горных ледников, которое привело к ухудшению водного режима горных рек, засолению почвы и загрязнению ее тяжелыми металлами.

Список литературы

1. Географический энциклопедический словарь: Географические названия / Гл. ред. В.М. Котляков. – 3-е изд., доп. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 903 с.

2. Башкинцева О.Ф. Принципы формирования и зонирования национальных парков: Обзорная информация / О.Ф. Башкинцева, Г.В. Дудко, О.Н. Скрипачева, В.М. Яцухно. – Минск: БЕЛНИЦ Экология, 2004. – 50 с.

3. <http://www.rutaschile.com>

4. <http://www.conaf.cl>

УДК 591.506

ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФАУНУ И ФЛОРУ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ ОХРАНА В ЗАКАЗНИКАХ

Иванцов В.В.* , Иванцов О.Я.**

*Луцкий национальный технический университет, г. Луцк, Украина, [e@lntu.edu.ua](mailto:ivv@lntu.edu.ua)

**Восточно-европейский национальный университет имени Леси Украинки, г. Луцк, Украина, ivv@email.ua

The basic factors of influence on the animal kingdom and the changes, which they lead to, are exposed in the given theme. The short history of the researches of fauna and flora of Volun region is also given: the problems and the achievements, the development of nature and protective activity. It is retraced the motion of recreation of biovaricty of the animals in the zoological and botanic preserves of Volun region. The list of the zoological and botanic protected objects of Volun region is given by districts.

Введение

Разнообразие природных условий Волыни обусловило богатство животного и растительного мира. Такому видовому многообразию способствовали близость Карпат, Кременецкий кряж. Животные и растения по территории области распределены неравномерно. Предпочтительное большинство видов приспособлено к жизни лишь в условиях определенного ландшафта и в других местах не расселяется. Определяющими причинами распространения животных и растений являются географические факторы (рельеф, климат, растительность и др.), которые формируют среду их обитания. И эта среда с каждым годом становится все более катастрофически измененной [3, 4].

На протяжении веков фауна и флора претерпевала значительные изменения. Но наиболее негативным фактором, который влияет на животный и растительный мир и приведший к обострению проблемы численности отдельных видов, является человек. С первых дней своего существования он истреблял животных, чтобы выжить. Позднее стал влиять на другие факторы, которые являются жизненно необходимыми для существования того или иного вида (почвы, воздух, воду, леса).

Большие изменения в животном мире области произошли за историческое время. Еще в конце XVIII в. здесь водились лоси, дикие лошади, глухари, дрофы, которые в XIX в. были окончательно истреблены. Человеческая деятельность привела к уничтожению ценных зверей и птиц, вырубки лесов. Низкая распашка земель, в то время, способствовала массовому размножению мышевидных грызунов [1, 5].

Наибольшее антропогенное давление на фауну началось во второй половине XX в. – после коллективизации. Бурное развитие промышленности, интенсивное крупномасштабное строительство, расширение сети путей сообщения, осушение болот и речных пойм, распашка всех пригодных для сельскохозяйственной обработки земель, уменьшение лесных площадей – все это привело к значительным изменениям природных комплексов, повлияло на экологическое равновесие, видовой и количественный состав фауны и флоры Волынской области.

Распаханы увлажненные понижения, которые были местами гнездования птиц. Часть пахотных земель в структуре сельскохозяйственных угодий превысила 80 %. В то время, когда численность крупных животных, в результате хозяйственной деятельности, быстро уменьшалась, мелкие животные, главным образом, мышевидные грызуны, сравнительно легко приспособились к новым условиям существования. Они переносили свои норы на обочины дорог, склоны балок и другие места которые не распахивались.

Массовое, и часто неконтролируемое, использование минеральных удобрений и различных ядохимикатов привело к гибели микроорганизмов в почве, многих представителей фауны и флоры. Также большой урон нанесло загрязнение земель горюче-смазочными материалами [6].

Основная часть

Вековая хозяйственная деятельность человека значительно изменила естественную среду нашей области. Вследствие такой деятельности, изменились почти все компоненты ландшафтной сферы, а животный и растительный мир претерпевает наибольшее изменение.

Учитывая упомянутые факторы влияния, можно выделить следующие источники и проблемы загрязнения окружающей среды:

- промышленность (жидкие, твердые и газообразные выбросы перерабатывающей промышленности);
- отходы горнодобывающей промышленности;
- сельское хозяйство (химическое загрязнение почв);
- транспорт (вредные выбросы автомобилей);
- быт (накопления бытового мусора).

Загрязнения можно разделить следующим образом:

- механические (твердые промышленные и бытовые отходы, пыль);
- химические (газы, жидкости и аэрозоли);
- бактериальные (органические отходы);
- радиоактивные (излучение и пыль);
- шумовое загрязнение (шум транспорта и производства);
- электромагнитное загрязнение (электромагнитными волнами).

Некая искусственная среда формируется под влиянием комплекса факторов, которые противопоказаны любому виду животных и растений. При глобальных техногенных воздействиях на биосферу происходит катастрофическое обеднение генофонда. Из всех природных ресурсов, животные и растения наиболее уязвимы и чувствительны к изменениям в окружающей среде. Поэтому, потеря каждого биологического вида приносит не только экономические потери, но и приведет к сложным изменениям природной среды в целом [6, 7].

Изменения в фауне и флоре стали замечать естествоиспытатели еще во второй половине XIX в. Работа по охране фауны и флоры проводилась постоянно. Был создан ряд природоохранных обществ, которые ставили целью сохранить биоразнообразие, поскольку фауна и флора в то время были недостаточно изучены. Одними из первых созданы организации: Общество исследователей Волыни (1900), Волынское энтомологическое бюро (1908). Материалы этих обществ опубликованы в журналах «Труды общества исследователей Волыни», «Энтомологическое обозрение». Однако, все сведения были очень обобщающие. Только с 20-х годов XX века мы можем проследить более конкретные факты по отдельным видам фауны. Однако, и те были достаточно скудными, по сравнению с другими губерниями (нашими соседями).

В начале XX в. на землях Волынской губернии при Земствах создавались молодежные природоохранные организации, детские кружки, общества, проводилась работа с населением. Организовывались праздники встречи птиц, во время которых люди массово выходили в парки и леса и развешивали скворечники. Еще в 1930-х годах организовывались недели охраны природы.

В послевоенный период вопросами охраны занимались ученые: Н. Шарлемань, И. Пидопличко, К. Татаринев и другие, которые изучали специфику условий существования животных, прослеживали среду обитания каждого вида, оценивали его практическое значение.

Наибольшие изменения претерпела фауна и флора на террасных землях и заболоченных участках области. С обострением проблемы исчезновения отдельных животных, начались работы по реаклиматизации тех видов, которые были истреблены, а также акклиматизации животных из других областей. Охранная деятельность начала набирать обороты. Период 1980-х – начало 1990-х гг. становится этапом развития качественно новых форм охраны природы.

Формируется сеть государственных заказников, в которых под охрану взяты наиболее ценные виды в пределах территорий с краснокнижными видами [1, 9].

Рассматривая вопрос восстановления фауны и флоры области, следует остановиться на заповедниках и заказниках, как основных объектах охраны природы. Они считаются оптимальной формой сохранения в естественном состоянии типичных или уникальных природных комплексов, имеют большое значение для познания многих природных соотношений флоры и фауны, помогают правильно планировать мероприятия искусственного лесонасаждения и заселения лесных культур фауной.

Местами воспроизводства и обитания водоплавающей орнитофауны являются орнитологические заказники Холонив, Муравище 1, Муравище 2, Радошин, Чарукив, Пташыный гай, Новочервищанський. Местом жительства и воспроизведения куликов является заказник «Кулыки».

Проживание и воссоздания животного и растительного мира области проходит в лесных биоценозах. Наибольшее количество таких урочищ расположено в Любешовском, Маневицком, Ратнивском и Шацком районах.

Как зоологические памятники природы местного значения, под охрану государства взяты пути миграции птиц, колонии цапель в Любешовском, Маневицком, Любомльском, Ковельском и Шацком районах.

К зоологическим памятникам отнесены резерват серой цапли в Владимир-Волынской области «урочище Бискупычи», Зоологические заказники местного значения, места поселений бобров, аиста черного, «Поселення бобрив», «Чапля», «Чорный бусол», которые расположены в Камень-Кашырском районе. На территории области создан один ихтиологический заказник местного значения: Озеро Соминец в Шацком районе, где акклиматизирован рак широкопалый. [1, 6].

Заключение

В ряде заказников области восстановлена численность косули, серой куропатки и других. Значительно увеличилось количество водно-болотной фауны. Заказники являются центрами расселения растений, зверей и птиц в окрестные леса и луга. Охрана и воспроизводство редких и исчезающих видов растений и животных области рассматривается как одна из важнейших задач. За последние 25 лет охрана генетического фонда растительного мира области проводится планомерно, в возрастающем порядке, благодаря усилиям работников Государственного управления охраны окружающей природной среды в Волынской области, ученых Восточно-европейского национального университета имени Леси Украинки, Луцкого национального технического университета, природоохранного актива области. Достигнуты значительные успехи в области поддержания экологической ситуации на должном уровне и расширение сети территорий и объектов природно-заповедного фонда.

Однако, с развитием цивилизации, антропогенное давление на природу растет. Она продолжает испытывать усиливающиеся техногенные нагрузки. Природные экосистемы, которые наделены свойством к самовосстановлению и саморегуляции, не в состоянии противостоять натиску антропогенных воздействий, которые носят глобальный, хаотичный / неуправляемый характер. Поэтому, необходимо вести четкий контроль численности фауны и флоры, способствовать ее восстановлению и обогащению.

Список литературы

- 1 . Природно-заповідний фонд Волинської області / Упор.: Химин М. – Луцьк: Ініціал, 1999. – 48 с.
- 2 . История украинской географии. Всеукраинский журнал. – Тернополь, 2000 . – Выпуск 1 . – С. 18–24.
3. Проблемы экологии родного края. Учебные материалы. – Тернополь, 1993.
4. Природа Волынской области / Под ред . К.И. Геренчука . – М.: Высшая школа, 1979 – 216 с.
5. Талпош В. С. Редкие и исчезающие позвоночные западных областей Украины. Виды, занесенные в Красную книгу Украины / Талпош В.С. – М.: Учебная книга – Богдан, 1998. – 168 с.
6. Татаринов К.А. Фауна позвоночных запада Украины: экология, значение, охрана / Татаринов К.А. – Львов, 1973 – 347 с.
7. Шарлемань М., 1932. Охорона природи та збирання відомостей про тварин – пам'яток природи // Вивчаємо природу краю, К., ВУАН.

УДК 556.551.(285.2)(477.82)

THE HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE LAKES OF THE SHATSK NATIONAL NATURE RESERVE

Ilyina O.V., Ilyin L.V.

Lesya Ukrainka Eastern European National University, Lutsk, Ukraine
ilyinleo@rambler.ru

The hydrochemical characteristics of the lakes in the Shatsk National Nature Reserve (in Polyssia, Volyn Oblast, Ukraine) are examined. With respect to the hydrocarbon and calcium ionic content of the lake waters, the ionic salinity is mainly determined by physical and geographical attributes and reflects the nature of the lithology and soil in the area. As far as the proportions of its components are concerned, the water in most of the lakes corresponds to drinking-water standards. The factors which have a bearing on the hydrochemical condition of the water are the nature of the underground water sources, as well as water from atmospheric precipitation and from soil runoff. Basic proposals are made for taking water protection measures, in order to promote the preservation and even the improvement of water quality.

Рассмотрены гидрохимические особенности озер Шацкого национального природного парка (Волинское Полесье Украины). Озерные воды за составом основных ионов относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, ионно-солевой состав воды в них обусловлен преимущественно физико-географическими особенностями и отражают характер литологии и почв территории. Определяющим фактором формирования гидрохимического режима является связь с подземными водами, а также атмосферные осадки и грунтовые воды. Сформулированы основные положения о водоохранных мероприятиях, проведение которых будет способствовать сохранению и улучшению качества воды.

The typological changes in the conditions of these lakes has an effect on the interconnected physics-, chemistry- and biology-related indicators. In reservoirs, the impact of environmental abuse on chemical and biological indicators is particularly perceptible, and for this precise reason they are used for the study of questions related to anthropogenic changes in the lakes.

These lakes are located within densely-populated regions in which intensive factors of the rural and recreational economy are leading to an increasing level of anthropogenic influence. This involves both the [subterranean] water sources and the pollution originating throughout the watershed. This all points to the need for a comprehensive study of the reservoirs under circumstances of increasing eutrophication, in order to determine the principal reasons for the changes in water quality in the exploitation process and to develop scientifically-based recommendations regarding the rate of eutrophication and the deterioration of the sanitary state of reservoirs.

The tasks to be undertaken by hydrochemical science include assessing the quality of different types of natural waters in order to determine their suitability for use in specific industries, for drinking water, and for public recreation facilities; but in particular it needs to provide proper conditions for the maintenance of water ecosystems.

Parallel to this function of evaluating water quality, hydrochemical methods of predicting long-term and short-term changes in the quality and the chemical composition of water have significant practical and theoretical value. The capacity to accurately predict changes in the quality of water resources is the foundation of the national and regional program for the development of the rational usage of water resources, within the broader context of the national sustainable development strategy.

Possessing data acquired during a long period of observation of the chemical composition of natural waters in the Shatsk lakes district makes it possible to draw some conclusions about the effect of climatic factors on specific water quality components, and to select the ones that are affected by anthropogenic factors and to take them into account.

The hydrochemical composition of the water mass of the lakes in Polyssia has been studied in various seasons of the year over a long period of time – [2] – but unfortunately, the results of these observations are so diverse in their values and inconsistent in their frames of reference that they are difficult to compare.

Observations of water conditions in the Shatsk National Nature Reserve (SNNR) have been made over a period of 35 years, beginning in 1972. Data sources used for the evaluation of the hydrochemical condition of the lakes include the holdings of the SNNR, the Kovel hydrological land improvement expedition, the Volyn Regional Administration for Environmental Safety, the Kyiv geological survey expedition, and the Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation of the Ukrainian Agrarian Academy of Sciences.

Although the pattern of observation of the natural waters within this period was not uninterrupted, the sets of observed data included years with varying amounts of precipitation, and varying degrees of anthropogenic loading in the area under consideration.

The SNNR territory is located within the catchment areas of the Western Buh (Baltic Sea watershed) and the Prypyat (Black Sea watershed). The present-day SNNR covers an area of 49977 hectares. Within the park territory there are 24 lakes, with a total surface area of 6453.6 hectares (12.7 % of the park territory). These lakes constitute the sole water system.

Lakes Svityaz, Pulemetske and Krymno are karstic by origin; the PISOCHNE, Lyutsymyr and Peremut are related to a type of chalk formation with a certain karstic content having residual geological cavities, and the Chorne Velyke, related to lakes of glacial origin, which is borne out by the moraine layer on the lake bed. Among the geologically lowered areas, there are lakes of ancient origin such as the Ozertse. Their banks are peat-filled and the lakebeds are silted. Lakes of this type become highly overgrown and turn into bogs.

Almost all the lakes in the SNNR are of slow drainage. In every lake, after rising in the spring, the level returns to that of winter. A distinctive feature of the region under investigation is the fact that it is practically unconnected with the surface catchment areas of the rivers which border it – the Prypyat and the Western Bug, and its water resources are made up of local sources composed of atmospheric precipitation and partially from the flow of water from marly-chalk deposits, which are originally fed from outside the territory of the SNNR.

Most of the lakes in the Shatsk group are connected with each other by the ancient lowland cavities. Along the valley of the Prypyat, located at a higher elevation than the lakes, the underground streams and surface water are partially drawn off and taken into the catchment area of the Dnipro.

The lakes of Ukraine's Polyssia are categorized as freshwater lakes, with a mineralization that varies from 87.7 to 457 mg/dm³ [2]. The majority of the lakes fall into the category of slightly mineralized (200–250 mg/dm³). The basic mineralized constituents are HCO₃⁻ and Ca²⁺ ions. The absolute and relative content of other ions is significantly lower. Although there are seasonal changes in the ion content in the lakes, their proportions within each lake remain practically constant, changing only occasionally due to the carbonate balance, and in locations where there is a more highly-mineralizing inflow, increasing the content of Mg²⁺, Na⁺, K⁺ and SO₄²⁻. Other mineralization indicators, such as Cl⁻, are found in small amounts, and increase due to contaminated material entering the lakes. The hydrochemical characteristics of the different types of lakes in the SNNR are presented in Table 1.

Table 1 – Hydrochemical indices of waters in the lakes of the Shatsk National Nature Reserve during the period 1972–2002

Name of lake	Mineralization, mg/dm ³	Components, mg/dm ³ (min-max)					pH water
		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	
Krymno	208–449	16–61	4.5–69	0.1–3.68	0.0–0.51	0.0–0.7	7.39–8.65
Lyutsymyr	154–618	2.3–39	0.77–32.0	0.0–7.0	0.1–3.2	0.0–1.4	6.6–8.25
Luky-Peremut	136–304	0.0–33	0.0–74	0.0–1.32	0.0–1.4	0.0–0.11	7.06–8.07
Svityaz	68–540	0.0–88	0.0–329.8	0.0–3.3	0.0–6.1	0.0–4.82	6.6–8.55
Chorne Velyke	251–968	17–72	2–61	0.0–21	0.0–17	0.0–0.6	5.5–8.3
PISOCHNE	91–266	0.08–38.1	0.0–129	0.0–5.4	0.0–3.7	0.0–0.3	6.46–8.37
Pulemetske	156–431	7.0–19.3	0.0–60.2	0.0–1.1	0.0–1.2	0.0–0.1	6.9–8.2
Ostriv'yanske	200.0–211.0	10.4–10.6	96.7–105.7	0.50–0.64	0.18–0.24	0.01–0.10	7.0–7.6
Somynets	214–379	7.8–42.0	61.3–96.8	0.1–0.61	0.11–0.17	0.04–0.06	7.1–5.5
Karasynets	98.5–213.0	7.2–28.4	73.2–103.7	0.0–0.61	0.11–0.16	0.01–0.03	7.4–7.7
Ozertse	194–289	6.4–26.7	81.8–112.3	0.0–0.32	0.10–0.16	0.05–0.08	7.7–7.9

The lake waters, on the basis of the classification of the calcification-related basic ionic composition made by O. A. Alokyn [1], are in the hydrocarbonate-calcium category (hydrocarbonate class of the calcium group C^{Ca}_{II}). Investigations

into the hydrochemistry of the lakes in the SNNR show that the composition of their waters is affected mainly by physics-related geographical factors and reflect the nature of the lithology and the soils of the area. The marlacious chalk varieties of western Ukraine's Polyssia are the main source of the alkaline ionic composition of subterranean waters, and determine the precise hydrocarbonate-calcium composition of water in the lakes.

In general the water of the lakes in the Shatsk group is fresh or ultrafresh, with moderate mineralization in all the lakes; it does not exceed 0.325 mg/dm^3 . The most highly-mineralized water is in the Chorne Velyke, and the least, in the Moshne. The most significant among them are the Svityaz, PISOCHNE and Chorne Velyke, representing the three basic patterns of lowest, moderate and highest mineralization of waters. The currently-available volume of data makes it possible to draw verifiable conclusions about the nature of the formation of their hydrochemical condition.

In all the lakes, the chemical composition is dominated by hydrocarbonates and calcium. The amount of sulfate and chlorine ions in the water is insignificant. The amount of Cl^- is a particularly important indicator, since an increase in it is usually associated with domestic pollution. In the lakes of the Shatsk group, these components very rarely exceeded a proportion of 50 mg/dm^3 , which is even below the maximum amount permitted for drinking water. Only in the water of the Chorne Velyke is the amount of Cl^- a bit higher than in the other lakes, but even there it is insignificant – up to a maximum of 72 mg/dm^3 .

The data referred to above demonstrate that over the whole period of observation of the chemical composition in the Shatsk group of lakes, their water had a consistent chemical composition, with low mineralization and a low concentration of basic components. It is true that the level of nitrite ions sometimes rises to 6.1 mg/dm^3 (the Chorne Velyke, in 1996), but for the most part the values are in the range of 0 to 0.01 mg/dm^3 . Although the amount of nitrate ions is higher, up to 10 mg/dm^3 (Svityaz, in 1996), which can be explained by their chemical properties, this did not exceed the maximum allowed concentration (45 mg/dm^3) for waters to have a potable classification.

Of greater informative value for determining the extent of organic pollution are the data regarding the amount of ammonia present, the maximum readings for which were obtained in waters from the Chorne Velyke in the winter of 1996 – 20 mg/dm^3 . In the other lakes, the concentration of ammonia does not exceed 7 mg/dm^3 . The higher level of contamination in the Chorne Velyke is connected with the release of municipal effluent from Shatsk into the lake, which was only halted in the spring of 2002. In all the lakes of the Shatsk group, the Chorne Velyke has consistently had greater permanganate oxidizability (24.2 to 43 mg/dm^3) and a higher degree of biological consumption of oxygen (BCO_5 is from 3.2 to 10.4 mg/dm^3). In the majority of readings relative to the permanganate oxidizability index, the water in the lakes does not meet the requirements of the maximum permitted concentration for waters classed for drinking purposes (4 mg/dm^3).

The chemical composition of the water in the lakes is in keeping with the origin of these waters to a definite extent. Although the Moshno, a lake of flood-plain origin, has waters with a chemical composition identical to those in the other lakes, it is characterized by a considerably lower level of mineralization than lakes of karstic or glacial origin. The karstic lakes, which are fed by artesian wells, have ordinary chemical composition characteristics, of which the predominant components are

HCO⁻ and Ca²⁺. However, the mineralization of their waters is lower than in those of the artesian category, caused by the influence of atmospheric precipitates and, to some extent, topsoil runoff water.

In addition to the mineral compounds, an important part of the chemical composition of the water in the lakes consists of biogenic and organic compounds. Compounds of phosphorus and nitrogen, as well as of iron and silicon, are the principal compounds in the biogenic category. The amounts in which they are present determine the degree to which vegetation develops in the water. In deep and pure lakes their amounts are insignificant, but when these indices rise to a level of 2.65 mg/dm³ NT, 0.194 mg/dm³ PT (the Klymovske), the overgrowth and silting of the reservoirs begins to occur (Table 2).

The quantification of phosphorus-containing compounds in the lakes was conducted systematically from the point at which the Kopaiv catchment system begins to have an effect upon them. Throughout the whole observation period, instances of PO₄²⁻ valid for one occasion occurred only in the Luky-Peremut (1.1 mg/dm³) and the Krymno (0.8 mg/dm³), as the stabilized data of this index is below 0.01 mg/dm³.

The external signs indicating the condition of a reservoir are the transparency of the water and its colour level, which indicates the amount of organic components and sediment present in it. The greatest transparency can be observed in the deep lakes, where it is up to 4.2 m (the Svityaz and the Pysochne); the colour level index is an insignificant 7–13°. The least transparent (0.4 m) are the shallow and polluted lakes with a high colour level index (Table 2).

Table 2 – Biogenic elements, transparency and colour levels in lakes of different types

Lake	Transparency, m	Colour level index, °	Total –N, mg/dm ³	Total – P, mg/dm ³
Svityaz	4.2	7	0.63	0.027
Pysochne	4.2	10	0.41	0.028
Peremut	4.3	13	0.68	0.035
Pulemetske	0.9	16	0.87	0.060
Lyutsymyr	1.0	22	0.88	0.079
Krymno	1.5	36	0.65	0.065
Luky	0.8	36	0.76	0.043
Ostriv'yanske	1.3	38	1.01	0.064
Ozertse	2.8	37	0.56	0.030
Krugle	0.3	38	0.67	0.32
Dovge	2.6	45	0.73	0.054
Plotychya	1.1	39	0.75	0.054
Chorne Male	1.1	42	0.93	0.028
Zvedenca	1.4	38	1.03	0.154
Moshno	1.0	52	0.83	0.057
Karasynets	1.3	37	0.75	0.032
Somynets	1.5	74	0.97	0.046
Chorne Velyke	0.4	40	1.07	0.076
Klymovske	0.4	69	2.65	0.194
Lynovets	0.9	50	1.1	0.134

The pH value [hydrogen ion concentration] of water serves as one of the major hydrochemical indices with regard to water bodies, and in a broad sense shows the quantity and quality of organic and mineral compounds, as well as gases, which characterize the water. In the lakes of the SNNR, pH values vary over a considerable range.

Changes which occur in the hydrochemical conditions of the lake systems during the regulation of their flow has a determining influence on their characteristics. The main factors here are the rate of flow and the intensity of the water cycle, and in connection with this, the intensification of the sedimentation processes; the decrease of runoff specific gravity in forming hydrochemical conditions; an increase in the role of lake-bottom deposits and the processes flowing in the boundary layer; the intensification of processes within the reservoirs, and the increase in bioproductivity; changes in the gas conditions, the qualitative and quantitative composition of the organic components, etc.

The forming of the hydrochemical conditions in the lakes takes place under the influence of external factors and internal processes within the reservoirs. The former factors are associated with the catchment basin of the rivers which feed the lakes, with the nature of the soils and the vegetation in the storage basin, with dry and moist atmospheric precipitates, and with anthropogenic factors. Its role begins with the process of the altered catchment basin of the river, when the conditions of the natural waterway change. Anthropogenic factors are involved with the water flowing from the drainage basin, and the industrial, commercial and domestic effluent which gets into the watershed.

The role and the relative importance of each of the sources mentioned above are specific to each lake; to a significant extent they are determined by soil and climatic conditions, and by the degree of industrial and agricultural development which exists within the area of the storage basin.

All in all, the hydrochemical conditions of the lakes in the SNNR are of a stable nature. The main component in the formation of the hydrochemical condition of the lakes is their direct or indirect connection with waters of artesian origin, as well as with atmosphere precipitates and soil runoff water.

On the basis of the materials referred to above and the results gained by observations made over the course of many years, it is possible to formulate some basic proposals for water-protection measures the implementation of which will be instrumental in the preservation and improvement of water quality in the SNNR lakes. It is possible to number amongst these proposals:

- the creation of shoreline water protection areas, which would decrease the size of the catchment zone from which biogenic chemical elements can flow into the storage basin;
- decreasing the harmful effects of lake-bottom deposits on the quality of the waters by the aeration of the low-lying layers of water and the periodic removal of soil deposits from the lake bottoms.
- the total elimination of all heavy metals, biogenic and organic matter from industrial, commercial and domestic effluent.
- changing the agricultural technology of utilizing mineral fertilizers and pesticides, in order to reduce their flow into the reservoirs.
- increased environmental supervision of recreational and tourism activities.

This analysis and the results which it points to are needed in order to solve the problems in the SNNR, the restoration of natural conditions in the bog complexes, and the further development in the everyday social and recreational spheres, among others. The conclusions reached can be extrapolated for other reservoirs in Ukraine's Polissia.

References

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии / О.А.Алекин. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1970. – 444 с.
2. Ільїн Л.В. Лімнокомплекси Українського Полісся: Монографія: У 2-х т. Т.1: Природничо-географічні основи дослідження та регіональні закономірності / Л.В.Ільїн. – Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. – 316 с.

ЭКОТУРИЗМ В РОССИИ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Лаушкин С.П., Угольников М.Н.

Учреждение образования «Московский государственный областной университет»
г. Москва, Российская Федерация, Kaf-ekogeo@mgou.ru

In Russia, environmental tourism in its organized form, in essence, makes its first steps, which cannot be said about foreign countries, especially the economically developed. Traditionally, it was decided to carry out on the territories of national parks and nature reserves. Here are the most notable natural values, the introduction to which attracts many tourists.

Среди разновидностей туризма в последние годы внимание привлечено к такому его виду, как экологический туризм. Несмотря на отсутствие четкого и общепризнанного понимания его сущности, принципов, на которых он должен строиться, экологический туризм в России следует признать реальностью. Причем, реальностью, ощущаемой все более зримо, так как масштабы вовлечения людей в него, хотя и постепенно, но неуклонно нарастают.

Совершенно очевидно, что этот процесс не может прекратиться. Причиной тому является, с одной стороны, индустриализация и урбанизация мест проживания все более широких масс населения, а с другой – естественное стремление людей в общении с природой получать эмоциональное и эстетическое наслаждение и впечатление. Уже в силу этих объективно существующих явлений, экологический туризм должен занять достойное место в системе туристской деятельности [4]. А при правильной организации и умелом управлении экологическим туризмом, возможно соблюдение баланса природоохранных, экологических, социальных интересов.

Одной из проблем, стоящих на пути соблюдения такого рода баланса, когда речь идет об экологическом туризме, является проблема использования его потенциала. Суть проблемы в том, чтобы при сохранении в ненарушенном виде экологической чистоты природных территорий, обеспечить доступ на них широких масс населения. Тем самым и должен обеспечиваться баланс интересов: природоохранных – охрана природных ценностей от неуправляемого потока туристов; экономических – получение средств от посещения туристами природных территорий; социальных – воспитание любви к природе и предоставление людям возможности полноценного духовного и физического отдыха в общении с нею. Нетрудно заметить органическую взаимосвязь всех элементов этой триады.

В России экологический туризм в его организованном виде, по существу, делает первые шаги, чего не скажешь о зарубежных странах, особенно экономически развитых. Традиционно его принято осуществлять на территориях национальных парков и природных заповедников. Именно здесь сосредоточены наиболее примечательные природные ценности, приобщение к которым и привлекает многочисленных туристов. Но вместе с тем, туризм на природоохраняемых территориях связан с нанесением вреда их флоре и фауне, что совершенно недопустимо с позиции сбережения природы и сохранения ее биологического разнообразия в первозданном виде [3].

Если рассмотреть вопросы, относящиеся к наиболее рациональному использованию в туристских целях природных территорий, располагающих объектами туристского показа и интереса, то к числу таких вопросов относится

оценка пропускного туристского потенциала территорий, существующие традиции регулирования на них туристского потока, анализ практики организации экологических туров и оценка последствий их осуществления, причины, сдерживающие наиболее эффективное использование природных территорий в туристских целях и др.

Основная задача состоит в том, чтобы выявить направления и рассмотреть содержание деятельности по вовлечению природных богатств охраняемых природных территорий (ОПТ) в организованный туризм, преследующий прежде всего экологически значимые задачи. Ведь проблема состоит в том, что на пути использования огромного экотуристского потенциала природных территорий сегодня стоит немало трудностей различного характера. Они сдерживают развитие экологического туризма на ОПТ не только по причине неотрегулированности их нормативно-правовой базы, но и по причине отсутствия достоверных представлений об их пропускном туристском потенциале. Поэтому для того, чтобы успешно развивать экологический туризм, нужно наиболее эффективно использовать для этого существующий экотуристский потенциал природных территорий на основе знания их возможностей.

В России имеются значительные резервы в использовании ее экотуристского потенциала. Безгранично эксплуатировать экотуристский потенциал невозможно не только по природоохранным соображениям, но и по техническим и организационным причинам. Препятствием этому служит существующее законодательство в сфере заповедного дела [2].

Не определив размеров заповедной территории, выделяемой под экотуризм, можно нанести серьезный ущерб природе и, тем самым, дискредитировать идею природоохранной деятельности заповедников, что для них является наиболее важным.

Бережное отношение к природозначимым ценностям заповедных территорий реализуется, вследствие умелой организации туристских троп и маршрутов, продуманности туристских программ, разумной мотивации экотуристов и безусловно жесткого контроля за их пребыванием на заповедной природной территории. Именно благодаря профессиональному менеджменту экологического туризма становится возможным эффективное практическое освоение природных территорий в туристских целях.

Так, или иначе экологический туризм всегда подразумевает гармоничное слияние с природой, и основной его принцип не навредить ей.

В начале 90-х годов фактически все российские заповедники, существовавшие до того как учреждения сугубо научные и финансируемые из бюджета, оказались на грани выживания. В течение нескольких лет финансировалась, да и то скупо только зарплата и социальные отчисления. Сам характер деятельности резко ограничивал возможности дополнительных доходов. Открытие, в это время особо охраняемых территорий для экологического туризма, стало едва ли не единственной возможностью их спасения, вместе с наличием, у них был квалифицированного персонала, небольшой материальной базы, и особенности географического положения (расположены они в самых живописных местах страны). К тому же приток туристов в заповедники позволял бы заработать и местному населению (еда, услуги, сувениры), улучшая тем самым его отношение к самому резервату [1].

Одновременно с этим приблизительно, 10 лет назад, в России появились туристские компании, приглашающие иностранных гостей посетить заповедни-

ки в разных регионах страны. И уже тогда они предлагали своим клиентам то, что принято называть «экотур»; в 2001 году в России была создана Туристская ассоциация, цель которой объединить усилия всех фирм и организаций, занимающихся экотуризмом [3].

Главной движущей силой бурного развития экологического туризма является быстро растущий спрос на рекреацию на природе, который определяется увеличением несоответствия среды обитания современного человека его физиологическим и психологическим потребностям. Удовлетворение этого спроса, и соответственно, успех развития экологического туризма на ОПТ, как никакой другой отрасли зависит от качества окружающей среды, поскольку туристами ценится именно ее первозданность. Поэтому, экологический фактор, естественным образом, становится экономической категорией: поддержание качества и первозданное окружающей среды (признак устойчивости) экономически выгодно в отличие, например, от пляжного туризма, для организации которого не нужна дикая природа, а достаточно насыпных пляжей или даже бассейнов. Эта выгода проявляется на относительно небольших промежутках времени, тогда как в других отраслях отрицательный экономический эффект от деградации природной среды чаще всего наступает не так скоро, обычно уже по истечении срока окупаемости проектов.

Таким образом, экологический туризм – это природно-ориентированный, устойчивый туризм. Обе его характеристики определяются объективными причинами: природная ориентация – особенностями туристского спроса, а устойчивость – экономической выгодой поддержания качества окружающей природной среды [4].

Экологический туризм является сектором туризма, наиболее близким к окружающей среде в ее широком понимании. Это выражается в наиболее тесных связях со многими сферами, важными для устойчивого развития отдельных территорий и мировой системы в целом. С развитием экотуризма связаны смена моделей природопользования, оно способствует охране природы и культуры, социальному и экономическому развитию.

Использование экологического туризма приводит к рационализации землепользования. Многие территории в случае их туристского использования дают намного больший доход, чем при использовании их под сельское хозяйство или промышленность.

Одна из важнейших причин применения экологического туризма- использование биологических ресурсов, в подавляющем большинстве случаев экотуризм не приводит к их физическому уничтожению.

Использование некоторых животных в качестве объектов экотуризма также намного эффективнее их утилитарного использования. Это экономически оправдывает затраты на охрану и восстановление и сохранение популяций этих животных [1].

Объектами экотуризма нередко становится традиционная культура. С этим связано создание особого рода охраняемых территорий, где предпринимаются различные меры по охране традиций и устоев.

Тесное взаимодействие туристов с традиционной культурой ведет к росту межкультурного понимания и уважения. Экотуристы наиболее тесно контактируют с местной культурой. В случае грамотного развития экотуризма это приводит к осознанию великого разнообразия культур, пониманию их хрупкости и уважению традиций.

Показателем устойчивости развития является психическое и физическое здоровье человека. В случае экологического туризма, психическое и физическое восстановление, как внешний эффект включает разрядку напряжения, возникающего в индустриальной среде. Активный отдых, общение с природой повышают жизне- и работоспособность человека.

Развитие туризма на ОПТ генерирует средства, часть которых тратится на охрану природы и традиционной культуры. Причем покрываются (частично или полностью) не только прямые затраты на различные мероприятия по охране, но и альтернативные затраты, связанные с изъятием территории из хозяйственного использования. В свою очередь, охрана природы и культуры обеспечивает возобновление ресурсов для развития экологического туризма. Охрана природы неразрывно связана с охраной культуры, так как способствует восстановлению ресурсов для традиционного природопользования и тем самым позволяет не нарушать складывающиеся веками традиции рационального использования природных ресурсов коренными жителями территории. В некоторых случаях эти самые традиции используются при планировании мероприятий по охране природы.

Наличие красивой природы – условие для развития экотуризма необходимое, но совершенно недостаточное. Сегодня на мировом туристическом рынке существует серьезная конкуренция, и войти в этот рынок весьма и весьма непросто. Здесь есть своя специфика и свои сложности.

Очень серьезную проблему представляет отсутствие квалифицированных проводников. Проводник или гид в экотуризме – совершенно специфическая профессия. С одной стороны, он должен хорошо знать тайгу, реки и горы и особенности обеспечения жизнедеятельности человека в природных условиях. С другой – обладать солидной научной эрудицией, уметь пользоваться современными техническими средствами связи и транспорта, владеть иностранными языками. Понятно, что таких специалистов нужно готовить специально.

Нужна серьезная научная проработка маршрутов, технология очистки маршрутов от бытовых отходов, появление которых неизбежно. При планировании маршрутов необходимо учитывать не только интерес туристов, но и способность участка природы пропустить через себя определенное количество людей, необходима работа специализированных научных учреждений. Кто этим будет заниматься, не совсем понятно. Во всяком случае, обычному туристическому агентству подобная работа явно не под силу [5].

В России имеются значительные резервы по использованию ее экотуристского потенциала. При этом важно не только знать этот потенциал, но и уметь определять его пропускную туристскую способность. Безгранично эксплуатировать экотуристский потенциал невозможно не только по природоохранным соображениям, но и по техническим и организационным причинам. Препятствием этому служит и существующее законодательство в сфере заповедного дела.

Несмотря на отсутствие единых методических рекомендаций по определению пропускного туристского потенциала охраняемых заповедных территорий, каждый заповедник и национальный парк, в силу своей специфики, по своему подходит к решению этой проблемы. А это действительно – проблема и притом важная. Не определив размеров заповедной территории, выделяемой под экотуризм, можно нанести серьезный ущерб природе и, тем самым, дискредитировать идею природоохранной деятельности заповедников, что для них является наиболее важным.

Основу решения составляет бережное отношение к природозначимым ценностям заповедных территорий, вследствие умелой организации турист-

ских троп и маршрутов, продуманности туристских программ, разумной мотивации экотуристов и безусловно жесткого контроля за их пребыванием на заповедной природной территории. Именно благодаря профессиональному менеджменту экологического туризма становится возможным эффективное практическое освоение природных территорий в туристских целях. [5]

Важна роль администрации заповедников и национальных парков в развитии экотуризма. Она сводится не только к предоставлению специально выделенных мест посещения туристами, но и в их обустройстве, а также в оценке пропускной способности посещаемой территории. Все это должно осуществляться совместно со специализированными экотуристскими фирмами на взаимовыгодных условиях. Администрация здесь выступает не только владельцем природных ресурсов и субъектом их эффективного использования в экотуристских целях. Здесь должен быть взаимный интерес. Заповедники и национальные парки получают денежные средства от туристских организаций за осуществление на их территории экологического туризма. Туристские организации направляют эти средства из своей прибыли в размерах, согласованных с администрацией, исходя именно из фактической (реально существующей) пропускной способности.

Проблемы, связанные с оценкой эффективности использования экотуристского потенциала, достаточно сложны для практического решения и на этом направлении предстоит провести комплекс исследований на различных уровнях хозяйствования и управления.

Список литературы

1. Александрова А.Ю. Международный туризм. М., 2001.
2. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информатика. М., 1986.
3. Очерки экологии Подмосковья. Учебное пособие под редакцией В.И.Зубова, Москва, 1997.
4. Угольников М.Н. «Современные проблемы развития туризма в МСР». Вестник МГОУ серия Экология. М.: 2004.
5. Угольников М.Н. Экологический туризм. Учебное пособие. Москва, 2007.

УДК 550.4(476)

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Лукашёв О. В.*, **Жуковская Н. В.***, **Натаров В. М.****, **Лукашёва Н. Г.***

* Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь,
oleg_lukashev@yahoo.com

** ГПУ «Березинский биосферный заповедник», д. Домжерицы, Республика Беларусь

The article presents the results of a soil and plant geochemical research within the Berezinsky Biosphere Reserve. The collected data was compared with the results of previous studies and the corresponding data for national parks of the Belarusian Poozerje Geochemical province. With the help of the principal component analysis trace elements associations have been identified in the Berezinsky Biosphere Reserve soils and plants.

В период 2008–2010 гг. было проведено детальное эколого-геохимическое изучение наземных экосистем Березинского биосферного заповедника. Ранее аналогичные работы выполнены в национальных парках «Нарочанский» (2001–2003) и «Браславские озёра» (1999–2000).

Фактической основой работы послужили результаты опробования поверхностного горизонта почв (0–20 см), проводившегося по регулярной сети 2 × 2 км, почв и доминантных видов растительности на постоянных пунктах эколого-геохимического мониторинга, почв на Южном геохимическом профиле, хвои *Pinus silvestris* L. на незаболоченных участках. Всего отобрано образцов растительности – 120, почв – 187, в том числе минеральных – 107, торфяно-болотных – 80.

Анализ содержания микроэлементов (Be, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ag, Sn, Ba, Yb, Pb и др.) в почвах, донных отложениях, растительности проводился методом эмиссионного спектрального анализа (прибор PGS-2) по методике [1]. Чувствительность определения микроэлементов в золах указанных объектов, мг/кг: Be – 1, Sc – 5, Ti – 1; V – 10; Cr – 5; Mn – 10; Fe – <1 000; Co – 2; Ni – 8; Cu – 1; Zn, Sr – 200; Y – 10, Zr – 10; Nb – 5; Mo – 3; Ag – 0,7; Sn – 10; Ba – 100; Yb – 1; Pb – 5.

Статистическая обработка данных включала в себя: оценку распределения переменных с помощью гистограмм, вероятностных графиков и критериев согласия (Колмогорова-Смирнова, Шапиро-Уилка); вычисление дескриптивных статистик, непараметрический дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса, корреляционный и факторный анализы.

Почвы. В настоящее время на территории Березинского биосферного заповедника представлены следующие 7 основных типов (разновидностей) почв [2, 3]: дерново-подзолистые автоморфные; дерново-подзолистые заболоченные; дерновые заболоченные; торфяно-болотные низинные; торфяно-болотные переходные; торфяно-болотные верховые; аллювиальные.

В табл. 1 приведены средние показатели содержания элементов в различных типах почв.

Наименьшие концентрации всех изученных химических элементов приурочены к торфяно-болотным почвам верхового типа. Наибольшие средние содержания отмечаются в аллювиальных (Be, V, Mn, Fe, Ni, Cu, Y, Ba, Yb, Pb) и дерново-подзолистых почвах (Ti, Cr, Co, Ni).

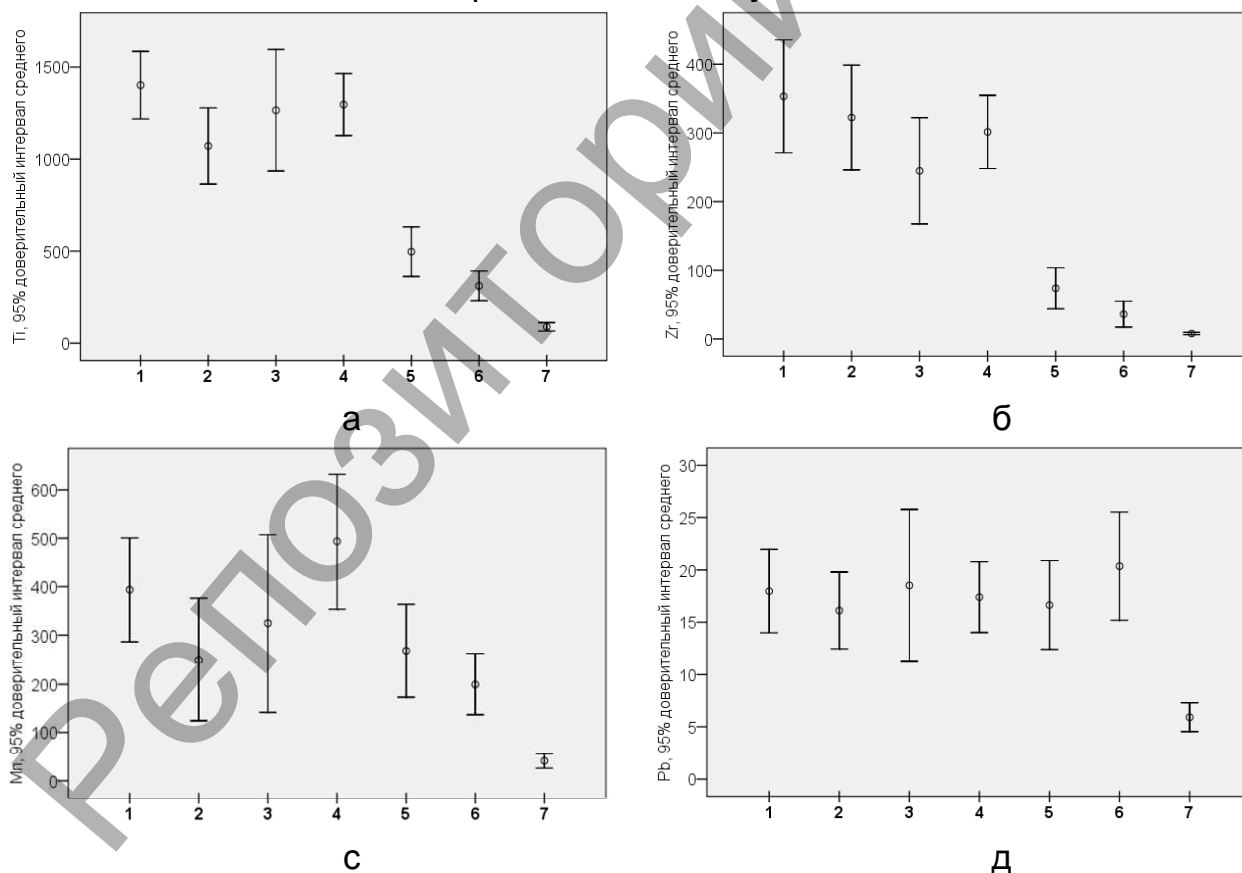
Таблица 1 – Среднее содержание химических элементов в поверхностном горизонте почв Березинского биосферного заповедника

Почва, n	Be	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Y	Zr	Nb	Ba	Yb	Pb
Дерново-подзолистая автоморфная, 31	0,32	1379	15,8	11,9	306	0,591	1,56	9,2	7,7	9,7	302	7,5	337	1,1	15,9
Дерново-подзолистая заболоченная, 29	0,31	1071	15,8	9,9	150	0,51	1,04	8,0	7,0	8,7	316	7,1	279	0,9	14,0
Дерновая заболоченная, 16	0,60	1305	15,8	10,5	236	0,73	2,0	9,2	8,3	9,1	234	6,2	267	0,9	15,3
Торфяно-болотная низинная, 30	0,25	384	10,1	4,5	164	0,630	1,73	3,4	7,8	4,2	40,8	1,44	112	0,45	14,5
Торфяно-болотная переходная, 25	0,22	272	8,5	2,8	170	0,520	1,45	2,9	5,0	3,3	26,4	1,1	78	0,32	17,5
Торфяно-болотная верховая, 25	0,06	72,2	2,2	1,1	20,1	0,099	0,70	1,3	1,9	0,81	7,1	0,35	22	0,1	5,4
Аллювиальная, 30	0,87	1296	17,7	11,5	429	1,15	1,0	9,2	10,3	12,5	301	6,6	355	1,2	16,1
Среднее, 187	0,40	826	12,4	7,53	216	0,61	1,32	6,2	6,9	7,0	179	4,38	211	0,72	14,2

* – среднее взвешенное значение

Анализируя распределение средних значений концентрации элементов по типам почв, можно выделить две группы элементов. Первая состоит из элементов в большей степени связанных с зольностью (коэффициент корреляции Спирмена $\rho = 0,82-0,92$, $p < 0,001n$) – Ti, Cr, Ni, Y, Zr, Nb, Ba, Yb. Средние значения концентраций данных элементов постепенно уменьшаются в ряду от минеральных почв (дерново-подзолистые, дерново-подзолистые и дерновые заболоченные, аллювиальные) к торфяно-болотным низинным, торфяно-болотным переходным и торфяно-болотным верховым (рис. 1а, б). Вторая группа элементов (V, Mn, Fe, Cu, Pb) в меньшей степени связана с зольностью ($\rho = 0,40-0,64$, $p < 0,001$). В ряду исследуемых почв пониженными концентрациями элементов данной группы заметно выделяются лишь торфяно-болотные верховые (пониженные концентрации) (рис. 1с, д).

Для сравнения почв по содержанию химических элементов в поверхностном горизонте был использован непараметрический дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса (Kruskal-Wallis test). Результаты теста ($N = 50-123$, $df = 6$, $p < 0,001$) свидетельствуют о статистически значимых различиях между типами почв по концентрации большинства анализируемых химических элементов (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Ba, Yb, Pb). Апостериорные сравнения (критерий множественного сравнения Краскела-Уоллиса) показали следующие статистически значимые различия. Торфяно-болотные верховые почвы отличаются от дерново-подзолистых, аллювиальных, дерновых и дерново-подзолистых почв по концентрации всех вышеуказанных элементов.



1 – дерново-подзолистые автоморфные, 2 – дерново-подзолистые заболоченные, 3 – дерновые заболоченные, 4 – аллювиальные, 5 – торфяно-болотные низинные, 6 – торфяно-болотные переходные, 7 – торфяно-болотные верховые

Рисунок 1 – Среднее ($\pm 95\%$ доверительный интервал) содержание Ti (а), Zr (б), Mn (с) и Pb (д) в различных типах почв

Выявлены различия между торфяно-болотными верховыми и торфяно-болотными низинными почвами по содержанию Ti, V, Cr, Ni, Y, Zr, Nb, Ba, Yb, торфяно-болотными верховыми и торфяно-болотными переходными по концентрации V, Mn, Fe, Cu, Pb. Статистически значимо отличаются между собой дерново-подзолистые заболоченные и аллювиальные почвы по содержанию в поверхностном горизонте Mn, Fe, Cu.

Сопоставление данных с результатами предыдущих исследований [2] показывает хорошую их воспроизводимость (табл. 2). Заметны различия лишь для торфяно-болотных низинных почв. Средние значения концентраций химических элементов (Ti, V, Cr, Mn, Ni, Cu, Y, Nb, Ba, Yb, Pb) по результатам исследований разных лет отличаются в 1,5 и более раз.

Для выявления природных ассоциаций химических элементов в почвах исследуемой территории был использован факторный анализ (выполнен на основе корреляционной матрицы, методом главных компонент с последующим варимакс-вращением). Ассоциации химических элементов изучались отдельно для торфяно-болотных и минеральных почв.

Таблица 2 – Сравнение среднего содержания химических элементов в почвах Березинского биосферного заповедника, мг/кг сухого вещества

Типы почв	n	Зольн ., %	Ti	V	Cr	Mn	Ni	Cu	Y	Nb	Ba	Yb	Pb
Дерново- подзолистые автоморфные	31	94	1379	15,8	11,9	306	9,2	7,7	9,7	7,5	337	1,1	15,9
	15	94	1600	25	14	376	10,9	6,2	15,6	12,9	335	1,6	21
Дерново- подзолистые. полугидроморфные	29	83	1071	15,8	9,9	150	8,0	7,0	8,7	7,1	279	0,9	14,0
	27	91	1100	21	9,6	170	9,4	6,8	12	8,1	320	12	19
Дерновые полугидроморфные	16	71	1305	15,8	10,5	236	9,2	8,3	9,1	6,2	267	0,9	15,3
	17	71	1043	19	7,6	340	8,2	13	8,6	6,7	262	1,2	26
Торфяно-болотные низинные	30	27	384	10,1	4,5	164	3,4	7,8	4,2	1,44	112	0,45	14,5
	17	53	870	16	6,9	230	6,6	12	7,9	4,5	210	1,0	22
Торфяно-болотные верховые	25	4,3	72,2	2,2	1,1	20,1	1,3	1,9	0,81	0,35	22	0,1	5,4
	9	3,4	98	2,7	1,2	70	1,3	2,9	0,6	0,3	15	0,08	4,1
Аллювиальные (пойменные)	30	80	1296	17,7	11,5	429	9,2	10,3	12,5	6,6	355	1,2	16,1
	18	75	1700	36	25	570	11	12	17	9,7	380	1,5	4,1

Примечание. В числителе по данным 2008–2010, в знаменателе – по данным середины 1990-х гг. [2].

В торфяно-болотных почвах выделена одна ассоциация, включающая все исследуемые химические элементы (в скобках нагрузка на фактор): Ni(0,960) – Ti(0,951) – Ba(0,950) – Nb(0,917) – V(0,917) – Y(0,912) – Cr(0,905) – Cu(0,901) – Zr(0,883) – Yb(0,859) – Fe(0,830) – Pb(0,806) – Mn(0,758). Концентрация элементов данной ассоциации определяется, прежде всего, зольностью (A, %). Коэффициент корреляции Спирмена (ρ) между содержанием органического вещества и выделенным фактором составляет ρ = 0,95 (ρ < 0,001). Следует отметить, что предлагаемая факторная модель в наименьшей степени объясняет пространственное варьирование Mn, Pb и Fe. Процент объясненной дисперсии составляет соответственно 56, 64 и 68 %.

Для минеральных почв (дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные, дерновые заболоченные, аллювиальные) с помощью факторного анализа выделено 3 фактора, объясняющих 76 % общей дисперсии (табл. 3).

Таблица 3 – Факторные нагрузки трех главных компонент химических элементов в минеральных почвах Березинского биосферного заповедника

Фактор/ вклад, %	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Y	Zr	Nb	Ba	Yb	Pb
1/27	0,706	0,240	0,665	0,339	0,234	0,347	–	0,250	0,846	0,813	0,784	0,242	0,203
2/26	0,270	0,613	0,395	0,698	0,669	0,603	0,761	–	–	0,234	0,370	–	0,804
3/23	0,339	0,548	0,334	0,272	0,573	0,344	0,410	0,926	–	–	–	0,920	–

Примечание. Полужирным шрифтом выделены ведущие компоненты для каждой переменной, прочерком – нагрузки, не являющиеся достоверными.

С первой главной компонентой (фактор 1), описывающей 27 % общей дисперсии, положительно связано содержание Nb, Zr, Ba, Ti, Cr (рис. 2). Установлена обратная средняя связь между элементами данной ассоциации и содержанием органического вещества ($\rho = -0,51$, $p < 0,001$). Содержание указанных элементов зависит от доли минеральной составляющей почвы и обусловлено их входением в решётки одних и тех же породообразующих и акцессорных минералов, а также сходством геохимического поведения.

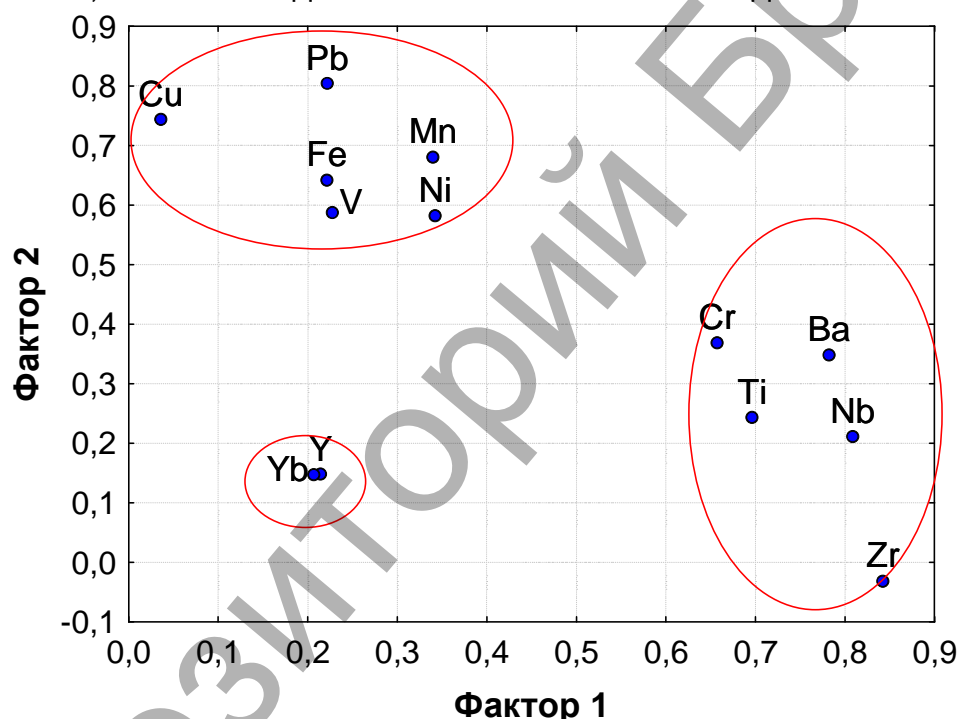


Рисунок 2 – Отображение химических элементов в пространстве двух факторов

Вторая главная компонента (фактор 2) учитывает 26 % общей дисперсии и отражает поведение Pb, Cu, Mn, Fe, V и Ni. Следует отметить, что содержание элементов данной ассоциации в почвах в значительной степени зависит от их гранулометрического состава – данные элементы концентрируются в основном во фракциях мельче 0,01 мм (главным образом мельче 0,001 мм) [4, 5], где могут входить в глинистые минералы, оксиды (гидроксиды) Fe и Mn, связываться органическим веществом. Можно предположить, что фактор отражает содержание глинистой фракции в почвах, с ростом которой увеличивается и концентрация элементов указанной ассоциации.

Третья главная компонента (23 % общей дисперсии) характеризуется высокими нагрузками Y и Yb. Y имеет химическое сходство и совместное нахождение в природе с Yb и другими лантаноидами.

Растительность. В качестве представительной растительной пробы была выбрана хвоя доминантного вида *Pinus sylvestris* L. нормальной естественной

зольности. Среднее содержание и пределы вариации химических элементов в хвое *Pinus sylvestris* L. Березинского биосферного заповедника представлены в табл. 4. По сравнению с результатами предыдущих исследований [2] отмечаются более низкие показатели содержания Mn, Ni, Cu, Zn и Ba (табл. 5). В целом концентрации микроэлементов в хвое данного доминантного вида сопоставимы или ниже соответствующих концентраций, установленных для других особо охраняемых территории Северной геохимической провинции Беларуси.

Таблица 4 – Содержание химических элементов в хвое *Pinus sylvestris* L. Березинского биосферного заповедника, мг/кг сухого вещества

Зольн., %	P	Ti	V	Cr	Mn	Fe
2,00	1 086	9,46	0,259	0,406	235	80,9
1,67–2,55	701–1 606	6,92–15,14	0,132–0,720	0,200–4,68	106–406	66,8–130
Co	Ni	Cu	Zn	Sr	Ba	Pb
0,110	1,41	3,77	6,48	6,29	6,66	0,265
0,048–0,226	0,566–3,76	2,67–5,19	3,46–15,8	3,42–14,1	3,48–20,2	0,176–0,508

Таблица 5 – Среднее содержание микроэлементов в хвое *Pinus sylvestris* L. ООПТ Северной геохимической провинции, мг/кг сухого вещества

Район, n	Ti	V	Mn	Ni	Cu	Zn	Ba	Pb
Березинский биосферный заповедник, 30 ¹	9,5	0,26	235	1,4	3,8	6,5	6,7	0,27
Березинский биосферный заповедник [2] ¹ , 12	5,0	–	359	2,4	6,4	16,0	12,0	0,30
Национальный парк «Браславские озёра», 30 ¹	6,9	–	226	1,1	3,4	12,2	7,8	0,53
Национальный парк «Нарочанский», 171	22,9	0,3	125	1,37	3,6	13,9	6,7	0,58

¹ – по суходолу

Были изучены ассоциации химических элементов в хвое *Pinus sylvestris* L. Березинского биосферного заповедника. С помощью метода главных компонент выделено 4 фактора, объясняющих 75 % общей дисперсии (табл. 6). Sr исключён из анализа как не связанный с другими химическими элементами.

Таблица 6 – Факторные нагрузки четырех главных компонент химических элементов в хвое *Pinus sylvestris* L. Березинского биосферного заповедника

Фактор/ Вклад, %	P	Ti	V	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Sr	Ba	Pb
1/24	–	–	0,656	0,761	–	–	–	–	-0,493	0,768	0,889	–
2/23	–	0,778	0,348	0,465	0,875	–	–	0,498	–	–	–	0,773
3/15	–	–	–	–	–	0,929	0,898	–	–	–	–	–
4/13	0,871	–	–	–	–	–	–	0,562	0,544	–	–	–

Фактор 1 характеризует 24 % изменчивости исходных признаков и формирует ассоциацию Ba–Sr–Mn–V. Установлена статистически значимая прямая связь между фактором 1 и зольностью хвои ($r = 0,57$, $p = 0,001$). По КБП элементы данной ассоциации (за исключением V) относятся к элементам биологического накопления (КБП > 1). Коэффициенты биологического поглощения составляют для Mn – 42, Sr – 6,3, Ba – 1,1, V – 0,8.

С фактором 2 (23 % общей дисперсии) положительно связано содержание Fe, Ti и Pb. КБП данных элементов – меньше единицы и составляет для Fe 0,5, Ti – 0,3, Pb – 0,9. Элементы данной ассоциации относятся к группе среднего биологического захвата (0,1–1,0). Fe – биофильный элемент, но поступление его в растение идет по барьерному типу, поэтому даже значительная концентрация его в почве не приводит к повышенному накоплению данного элемента. Ti и Pb не являются жизненно необходимыми для растений элементами, что и обуславливает низкие значения КБП [6].

Для фактора 3 (15 % общей дисперсии) характерна ассоциация Co–Ni. Элементы оказывают сходное воздействие на физиологические процессы у растений [7].

Фактор 4 (13 % общей дисперсии) связан, в первую очередь, с P. Из других элементов статистически значимую нагрузку на фактор имеют Cu и Zn. P – макроэлемент, играющий огромную роль в метаболических процессах. Cu, Zn – биофильные элементы.

Среднее содержание химических элементов в доминантных видах растительности постоянных пробных площадок Березинского биосферного заповедника, а также национальных парков «Браславские озёра» и «Нарочанский» представлено в табл. 7. Обращает на себя внимание низкая концентрация Zn в большинстве рассматриваемых видов растительности заповедника (выделено полужирным шрифтом).

Таблица 7 – Содержание химических элементов в растениях постоянных пробных площадок сетей мониторинга ООПТ Северной геохимической провинции, мг/кг сухого вещества

ООПТ, n	A, %	Ti	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Ba	Pb
<i>Деревья</i>									
<i>Pinus sylvestris</i> L.									
Березинский биосф. заповедн., 5	2,2	9,6	440	85,5	0,46	3,3	7,1	4,9	0,17
НП «Браславские озёра», 9	2,6	4,4	322	72	1,0	3,6	20	3,4	0,97
НП «Нарочанский», 6	2,4	23	213	77	0,76	2,8	18	6,2	0,41
<i>Picea abies</i> Karst.									
Березинский биосф. заповедн., 7	3,3	18	317	106	0,39	1,9	5,2	22	0,20
НП «Браславские озёра», 6	3,2	6,3	480	82	–	3,5	12	18	1,5
НП «Нарочанский», 8	3,6	14	413	56	1,0	2,5	16	27	0,24
<i>Betula pendula</i> Roth.									
Березинский биосф. заповедн., 3	3,1	14	276	93	0,41	4,3	20	30	–
НП «Браславские озёра», 5	4,4	4,4	700	106	0,64	4,3	105	23	1,0
НП «Нарочанский», 5	4,9	21	525	94	1,1	3,9	78	30	0,61
<i>Alnus</i>									
Березинский биосф. заповедн., 3	5,2	28	379	234	0,73	5,2	11	15,2	0,36
НП «Нарочанский», 3	6,2	25	240	125	0,46	5,2	28	21	0,70
<i>Кустарники</i>									
<i>Juniperus communis</i> L.									
Березинский биосф. заповедн., 3	4,4	17	628	155	1,1	3,6	8,7	44	0,44
НП «Браславские озёра», 3	4,3	5,5	320	93	1,3	3,0	–	16	0,95
НП «Нарочанский», 6	4,2	36	318	124	2,2	2,0	11	19	0,64
<i>Corylus avellana</i> L.									
Березинский биосф. заповедн., 3	7,2	33	605	251	–	3,7	–	42	–
НП «Нарочанский», 3	6,2	76	575	192	1,1	5,0	15	28	0,79
<i>Напочвенный покров</i>									
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.									
Березинский биосф. заповедн., 3	3,0	17	1 240	91	1,2	4,6	–	53	0,24
НП «Браславские озёра», 6	3,6	3,4	1 690	75	–	6,6	12	61	0,79
НП «Нарочанский», 5	3,6	17	436	78	0,39	5,5	13	64	0,53
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.									
Березинский биосф. заповедн., 4	2,8	11	693	103	0,57	4,0	5,5	65	0,54
НП «Браславские озёра», 4	3,3	5,4	1 400	83	–	6,1	11	67	1,3
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn									
Березинский биосф. заповедн., 5	7,0	35	136	258	–	2,9	–	40	0,71
НП «Браславские озёра», 2	6,9	2,8	145	90	–	3,2	–	135	0,80
НП «Нарочанский», 4	7,3	32	217	124	–	2,5	23	184	0,62
<i>Oxalis acetosella</i> L.									

Березинский биосф. заповедн., 4	10,2	63	320	444	–	4,7	–	45	0,71
НП «Браславские озёра», 3	11	9,2	1 010	223	–	6,6	–	72	4,6
<i>Sphagnum</i>									
Березинский биосф. заповедн., 4	2,0	25	165	178	–	1,6	12	7,8	0,79
НП «Браславские озёра», 5	3,7	30	165	750	–	2,3	15	16	5,7

Выводы

Установлены статистически значимые различия между типами почв (дерново-подзолистые автоморфные; дерново-подзолистые заболоченные; дерновые заболоченные; торфяно-болотные низинные; торфяно-болотные переходные; торфяно-болотные верховые; аллювиальные) по концентрации большинства анализируемых химических элементов (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Y, Zr, Nb, Ba, Yb, Pb).

Сопоставление данных с результатами предыдущих исследований (середина 1990-х гг.) показывает, что среднее валовое содержание микроэлементов в почвах за указанный период не изменилось. В хвое *Pinus sylvestris* L. отмечаются более низкие показатели содержания Mn, Ni, Cu, Zn и Ba.

С помощью факторного анализа выделены естественные ассоциации химических элементов в растительности и почвах Березинского биосферного заповедника. В торфяно-болотных почвах выделена одна ассоциация химических элементов, связанная прежде всего с зольностью.

В минеральных почвах заповедника выделены три ассоциации химических элементов: формирование первой ассоциации (Nb–Zr–Ba–Ti–Cr) обусловлено входением элементов в решётки одних и тех же породообразующих и аксессуарных минералов; вторая (Pb–Cu–Mn–Fe–V–Ni) связана с тонкодисперсными фракциями почв; третья представлена характерной парагенетической связью Y–Yb.

В хвое *Pinus sylvestris* L. выделены четыре ассоциации химических элементов: первая (Ba–Sr–Mn–V) объединяет элементы биологического накопления; вторая (Fe–Ti–Pb) – элементы биологического захвата; третья (Co–Ni) и четвёртая (P–Cu–Zn) – ассоциации биофильных элементов. Следует отметить, что не наблюдается унаследованности структуры взаимосвязанных химических элементов в системе почва-растительность.

Список литературы

1. Зырин, Н.Г. Спектральный анализ почв, растений и других биологических материалов / Н.Г. Зырин, А.И. Обухов. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 334 с.
2. Натаров, В. М. Итоги комплексного геохимического мониторинга в Березинском биосферном заповеднике / В. М. Натаров // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. – Мн.: Бел. Дом печати, 2006. – Вып. 1. – С. 111–132.
3. Натаров, В. М. Почвы Березинского биосферного заповедника / В.М. Натаров. – Мн., 2007. – 112 с.
4. Геохимические провинции покровных отложений БССР / Под ред. К. И. Лукашёва. – Мн.: Наука и техника, 1969. – 476 с.
5. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
6. Уфимцева, М. Д. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга / М. Д. Уфимцева, Н. В. Терехина. – СПб.: Наука, 2005. – 339 с.
7. Медведев, С. С. Физиология растений / С. С. Медведев. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004. – 336 с.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛОТА «СВЯТОЕ»

Новик А.А.

Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь,
aliaksei_novik@yahoo.com

The article is devoted to a problem of lakes located within of bog «Svjatое». At present, the reclamation work connected with production of peat on water catchment areas has led to a lowering of groundwater levels, lake levels drop and alter the shoreline of the reservoir. It is important to preserve unique lakes lowering the impact of reclamation.

Введение

Болото «Святое» (53°48` СШ и 24°20` ВД) расположено в пределах Гродненского и Щучинского районов Гродненской области, представляя собой уникальный природный водно-болотный комплекс. С целью комплексной оценки современного состояния болота «Святое», в мае 2013 года было выполнено геоэкологическое исследование озер и прилегающих водосборных территорий, в рамках научно-исследовательского проекта: «Оценить природно-ресурсный потенциал Гродненского Понеманья для оптимизации рационального природопользования и устойчивого развития региона», выполняемого БГУ совместно с Гродненским государственным университетом им. Я. Купалы. Данные исследования в виде научных рекомендаций были представлены на общественных слушаниях по вопросу сохранения болота «Святое» в составе земель ландшафтного заказника «Озеры».

Основная часть

Болото «Святое» занимает обширный заандр позерского возраста, вытянутый с севера на юг, относящийся к Озерской водно-ледниковой низине [1]. Днище зандра осложнено поднятиями в виде цепей эоловых гряд. Наиболее крупное из таких поднятий разделяет заболоченный заандр на западную и восточные пониженные части. Поверхность территории плоско-вогнутая, заторфованная с незначительным колебанием относительных высот. Торфяная залежь состоит из торфов низинного типа с максимальной мощностью до 5,6 м. На отдельных участках низинные торфа перекрываются маломощным слоем (до 0,3–0,4 м) переходного и верхового типов торфа. Торф подстилается водно-ледниковыми песками. Среди торфяников отмечаются небольшие минеральные острова. В северо-западной части болотного массива входящей в состав ландшафтного заказника республиканского значения «Озеры» расположены озера Долгое, Глинец, Щучье, Зубровка занимающие наиболее низкие участки. Абсолютные отметки поверхности здесь изменяются от 124 м (на севере) до 119 м (на юге). По гидрологическим характеристикам территория делится на две части: северную и южную. Северная часть является водосбором озера Долгое, южная – водосборной территорией озер Щучье и Глинец. В восточной части болота на северо-восточной границе торфяника расположено озеро Зубровка. Водоемы болота «Святое» характеризуются различной сте-

пению трансформации в результате прямого влияния осушительной мелиорации и добычи торфа. В настоящее время восточная и южная части болота «Святое» осушены и интенсивно эксплуатируются торфопредприятием Вертелишки. По программе развития торфопредприятия Вертелишки в 2015–2020 годах было запланировано освоение площадей северо-западной части месторождения «Святое». Запланированные площади являются частью водосборов озер Долгое, Глинец Щучье и Зубровка. При условии интенсивной осушительной мелиорации и добычи торфа без компенсационных мероприятий, озера Долгое, Глинец Щучье и Зубровка будут под угрозой полного спуска.

Озера Щучье, Долгое и Глинец относятся к системе реки Бервенка, являющейся левым притоком реки Пыранка. Озеро Зубровка, находящееся на северо-восточной окраине болота «Святое», относится к системе реки Котра. Все системы вышеуказанных рек относятся к бассейну реки Неман. Морфометрические показатели озер приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Морфометрические показатели озер болота «Святое»

Показатели/Название озер	Долгое	Глинец	Щучье	Зубровка
Абсолютная высота уреза, м	121,2	121,4	119	121,8
Площадь, км ²	0,45	0,14	0,02	0,10
Объем млн м ³	0,51	0,13	0,03	0,09
Глубина максимальная, м	2,70	1,70	0,40	2,70
Глубина средняя, м	0,90	0,90	0,20	0,90
Длина, км	1,25	0,52	0,22	0,58
Ширина максимальная, км	0,65	0,35	0,14	0,20
Ширина средняя, км	0,37	0,27	0,09	0,17
Длина береговой линии, км	3,10	1,52	0,58	1,32
Площадь водосбора, км ²	2,90	1,55	2,29	4,50

Берега озер преимущественно сплавинные (в среднем 30 метров). Надводные склоны озерных котловин плохо выражены, заболочены. У озера Зубровка на востоке склоны возвышаются над урезом воды на 2–3 м, заняты строениями и приусадебными участками д. Зубровка. Озерные котловины по происхождению относятся остаточному типу. Озера слабопроточные. В их питании значительная роль принадлежит водам, поступающим с болотного массива, то есть за счет горизонтальной фильтрации верхнего активного слоя торфа. За счет природных особенностей водосбора, сток в озера осуществляется по двум направлениям с севера и запада. Расходная часть водного баланса озер связана с испарением с зеркала озера, кроме того, у озера Зубровка временным стоком по ручью в реку Котра. На момент обследования течение в ручье отсутствовало, в межень ручей полностью пересыхает. На севере в озеро впадает полностью заросшая мелиоративная канава. Расходная часть водного баланса у озера Долгое помимо испарения связана со стоком в реку Бервенка (среднегодовой расход воды составляет 0,3 м³/с). У озера Щучье и Глинец со стоком через активные слои торфа в южном направлении. Ранее сток из озера Щучье осуществлялся по Щучинской канаве. В настоящее время в результате мелиоративных работ предприятия Вертелишки, связанных с разработкой торфяных участков и сооружением дренажной системы находящейся в 280 м к югу от озера (картовых, валовых и нагорных каналов) базис эрозии озера понизился, что вызвало падение уровня воды. Произошло увеличение расхода воды, а поступающей объем воды с водосбора озера оказал-

ся недостаточен для поддержания стабильного уровня. В настоящее время уровень воды озера Щучье по сравнению с 1948 годом упал на 2,1 м [2]. Площадь озера сократилась более чем в три раза (с 0,05 до 0,02 км²). Объем воды – с 0,018 до 0,003 млн м³. Максимальная глубина упала с 2,5 м до 0,4 м. Современная береговая полоса, бывшая литоральная зона озера, занята водно-болотной растительностью, в настоящее время сильно заболоченна. По всему периметру озера, на обнаженных илистых отмелях, получили развитие надильные сплавины, формирование которых связано с падением уровня воды в озере. В южной части отмечаются небольшие минеральные острова.

Следует отметить, что морфометрия озер за последние пол столетия значительно изменились и из-за гидротехнических работ на реке Бервенка, что привело к изменению морфологических и гидрологических параметров русла. Так, по сравнению с 1948 годом, уровень воды в озере Долгое упал на 0,5 м, площадь озера сократилась с 0,55 км² до 0,45 км², объем водной массы с 0,69 до 0,51 млн м³, средняя глубина с 1,3 м до 0,9 м [2]. Изменился характер береговой линии: максимальная ширина сплавин в 1948 г не превышающая 50 м, в настоящее время достигает 180 м. На акватории озера в настоящее время отмечаются сплавинные острова. У озера Глинец максимальная глубина по сравнению с 1948 годом уменьшилась с 3 до 1,7 м, средняя с 1,8 до 0,9 м, при сократившейся площади в полтора раза [2].

Гидрохимический режим водной массы озер определяется их водосборной территорией и морфометрическими показателями котловины. По химическому составу вода озер относится к водоемам гидрокарбонатного класса, кальциевой группы, как видно из таблицы 2. Химический состав водной массы озера (низкая минерализация, высокая цветность, кислая реакция воды) соответствует уровню дистрофных водоемов и показывает, что в приходной части водного баланса водоемов значительную роль играют болотные воды, поступающие через верхние слои торфа (соответствуют торфяникам переходного типа) [3]. Отмечается превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов в азоте аммонийном почти в 2–4 раза, в железе общем в 1,5 раза. Дно озер выстилают илы и оливковые сапропели.

Таблица 2 – Гидрохимические показатели озер болота «Святое»

Показатели/Название	Долгое	Глинец	Щучье	Зубровка
pH	7,06	6,29	6,07	6,42
HCO ₃ ⁻ (мг/дм ³)	85,43	48,82	30,51	36,61
Cl ⁻ (мг/дм ³)	4,89	4,89	6,52	4,89
SO ₄ ²⁻ (мг/дм ³)	1,5	1,1	1,5	1,1
NO ₃ ⁻ (мгN/дм ³)	1,2	0,8	1,1	1,5
NO ₂ ⁻ (мгN/дм ³)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
PO ₄ ³⁻ (мгP/дм ³)	0,045	<0,005	0,099	0,03
NH ₄ ⁺ (мгN/дм ³)	1,04	0,78	1	1,53
Ca ²⁺ (мг/дм ³)	14,43	12,83	6,41	12,82
Mg ²⁺ (мг/дм ³)	2,92	2,92	3,89	3,89
Na ⁺ (мг/дм ³)	1,2	0,8	0,4	1,4
K ⁺ (мг/дм ³)	0,3	0,3	0,2	0,2
Общее Fe (мг/дм ³)	0,7	0,39	1,06	0,52
Цветность (град)	246	154	410	325
Прозрачность (м)	0,9	1,1	0,4	0,8
Минерализация (мг/дм ³)	113,65	73,63	52,69	64,49

Флора водных и прибрежно-водных фитоценозов насчитывает а настоящее время 127 видов, при доминирующих семействах Осоковых, Злаковых, Вересковых и Ивовых. Растительный покров водоемов и малых водотоков болота «Святое» сформирован 20 ассоциациями, доминирующая часть которых является охраняемыми в Европе по Берской конвенции. Водная растительность представлена 3 группами (надводной, погруженной и с плавающими листьями). Среди надводной растительности выявлены: тростник обыкновенный, рогоз широколистный и узколистный, осоки, ежеголовник прямостоячий, хвощ, иногда образующих сплошную полосу, шириной до 20–30 м (оз. Глинец). Растения с плавающими листьями – кубышкой желтой, рдестом плавающим, водокрасом и ряской. Погруженные макрофиты – урутью, телорезом и водяным мхом. Последний отмечен на озере Долгом, распространяясь до глубины 1,2 м.

В результате анализа геоботанических данных описаний озер в пределах болота «Святое», выявлено, что сплавиные сообщества вокруг изученных озер слагаются 54 видами сосудистых растений, относящихся к 42 родам и 16 видами мохообразных из 11 родов. Количество видов сосудистых растений изменяется от 6 до 25, мохообразных – 2–7 видов. Выявлены 2 новых местопроизрастания охраняемых видов растений (сем. Орхидные): ладьян трехнадрезной и лосняк Лезеля [4]. Данные виды в Беларуси имеют II категорию охраны. Изученные фитоценозы сформированы на переходных болотах, которые имеют охранный статус в Европейском Союзе и являются потенциальными претендентами на включение в Зеленую книгу Беларуси [5].

Анализ исследований наиболее уязвимого озера Щучье расположенного в непосредственной близости от торфоразработок позволил выявить, что в настоящее время проведение мелиоративных работ на прилегающих к границам заказника территориях, привело к понижению уровня грунтовых вод, падению уровня водоема и изменению береговой линии озера Щучье. В водоеме произошли значительные негативные изменения гидрологических параметров, гидрохимического режима и биологических показателей. Это выразилось в снижении прозрачности, уменьшении проточности, увеличении кислотности воды, значительном сокращении содержания кислорода в зимний период, увеличении анаэробной среды с высоким содержанием сероводорода. Вышеперечисленные условия привели к заморным явлениям и полному исчезновению рыбных запасов в озере Щучье.

Заключение

Дальнейшее расширение дренажно-мелиоративной сети, в связи с торфодобычей, которое продолжается на прилегающих территориях, приводит к понижению уровня грунтовых вод в пределах болота «Святое», может вызвать:

- полный спуск воды озера Щучье, превратив его в болото;
- нарушение гидрологического и трофического режима озер Долгое Глинец и Зубровка (как приемника мелиоративных вод) – уникальных водоемов верховых и переходных болот северо-запада Беларуси;
- увеличение пожароопасности водосборной территории, в связи с понижением уровня грунтовых вод;
- нарушение гидрологического режима р. Котра, так как болото «Святое» располагается в бассейне среднего течения реки и является регулятором ее стока;
- сокращение растительного и животного видового разнообразия в акватории и водосборных территориях озер болота «Святое», а также исчезновение уникальных водных и прибрежно-водных фитоценозов переходных болот охраняемых в Беларуси и в Европе;

- ухудшить местное водоснабжение деревень расположенных в пределах водосборной территории болота «Святое», понизить уровни и качество питьевой воды в шахтных колодцах.

Общественные и государственные организации приняли активное участие в защите водно-болотного комплекса заказника «Озёры» – болота «Святое». В поселке Озёры Гродненской области 2 ноября 2013 года прошли общественные слушания по вопросу исключения западной части территории болота «Святое» из состава ландшафтного заказника «Озёры», с целью дальнейшего осушения и торфодобычи предприятием «Вертелишки». Были заслушаны мнения всех заинтересованных сторон. Результаты слушаний во многом повлияли на принятие окончательного решения Минприроды о внесении в Совет Министров Республики Беларусь проекта постановления о нерасширении торфоразработки на территории болота «Святое» и неизменении границ заказника «Озёры», в прежних границах.

Список литературы

1. Матвеев А.В., Гурский Б.Н., Левицкая Р.И. Рельеф Белоруссии. – Минск: Университетское, 1988. – 320 с.
2. Якушко, О.Ф., Озероведение. – Минск: Выш. школа, 1981– 284 с.
3. Тюльпанов, А.И. Краткий справочник рек и водоемов БССР. – Мн.: Государственное издательство БССР, 1948. – 626 с.
4. Мойсейчик, Е.В., Созинов О.В. Эколого-ценотическая характеристика местопроизрастания *Corallorhiza trifida* в республиканском ландшафтном заказнике «Озёры» // Мониторинг и оценка состояния растительного мира. Материалы IV Международной научной конференции. Минск, 30 сентября – 4 октября 2013 года. – Минск: ГУ «БелИСА», 2013. – С. 334–335.
5. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. – Мн.: БелЭн, 2005. – 456 с.

УДК 504.054(539.136:546.36):582.5/.9:476.2

ТЕКУЩАЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ CS-137 ТРАВЯНИСТЫХ КОРМОВ ДИКИХ КОПЫТНЫХ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ПРИПЯТСКИЙ»

Пашук М.В.

ГПУ « Национальный парк «Припятский», а. г. Лясковичи, Беларусь,
martochka369@mail.ru

Data of radioactive impurity ¹³⁷Cs various kinds of grassy plants are cited, distinctions of levels of impurity of their underground and elevated parts depending on conditions of their places of growth are defined.

Введение

Экологические последствия Чернобыльской катастрофы определяются двумя основными факторами – облучением природных объектов и радиоактивным загрязнением окружающей среды [1]. На территорию Беларуси выпало 70% всех выброшенных после аварии радионуклидов. Загрязнению радиоактивным ¹³⁷Cs подверглось около 23% территории нашего государства [2].

В Национальном парке «Припятский» в настоящее время загрязненные лесные территории составляют 7,1% от общей площади лесных массивов.

Транспорт радионуклидов в различных природных биогеоценозах в первую очередь определяется характеристиками самих экосистем. В перемещении радиоактивных веществ под полог леса существенную роль играет биогенная миграция – опад хвои, листвы и других загрязненных компонентов крон. После поступления радионуклидов под полог леса значительная их часть в течение длительного времени остается в подстилке и верхних слоях почвы. Накопление радионуклидов в растительности нижнего яруса леса, вследствие корневого поглощения из подстилки и почвы, обуславливает переход радиоактивных веществ в организм лесных животных, в том числе, диких промысловых копытных, которые, в свою очередь, могут служить дополнительным источником дозовых нагрузок на человека. [3]. Таким образом, цель данных исследований – определить текущие уровни загрязненности ^{137}Cs травянистых растений в условиях национального парка «Припятский», как важнейшего компонента пищевого рациона диких копытных.

Объекты и методика исследований

Объектами исследований стали 9 видов высших растений, произрастающих в различных лесных биотопах. Исследованиями охвачены насаждения 10 типов леса 3 лесных формаций: дубовой (5 типов леса), сосновой (3) и березовой (2). Отбор проб растений осуществлялся на территории с плотностью загрязнения ^{137}Cs почв ниже 37 кБк/м^2 . Отбор проб осуществлялся согласно «Инструкции по проведению обследования участков заготовки продукции лесного хозяйства или сырья» [4]. Определение удельной активности радиоцезия в растениях проводилось в радиометрической лаборатории Национального парка «Припятский» по «Методике выполнения измерений объёмной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов» [5] на приборе РКГ АТ 1320А.

Результаты исследований

Исследованиями установлено (таблица 1), что средняя удельная активность ^{137}Cs в различных видах растений варьирует в широком диапазоне и составляет $27,7\text{--}352,8 \text{ Бк/кг}$ для подземной части растений и $22,3\text{--}137,0 \text{ Бк/кг}$ для надземной. Абсолютная величина удельной активности радионуклида также колеблется в широких пределах – от 0 (ниже предела обнаружения) до $1383,0 \text{ Бк/кг}$. Стоит отметить, что у 80% изученных видов уровень радиоактивного загрязнения подземной части растений оказался несколько выше, чем надземной, достоверность чего подтверждена статистически у 75% видов данной группы. У 2 видов растений величина средней удельной активности ^{137}Cs в подземной части оказалась незначительно ниже, чем в надземной, и данные различия статистически достоверными не являются.

Таблица 1 – Удельная активность ^{137}Cs в травянистых растениях
($t_{\text{табл}} = 2,048\text{--}3,674$)

Статистические показатели	n	min	max	M	$\pm m$	σ	V	P	t
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Майник двулистный – <i>Maianthemum bifolium</i>									
подземная часть	15	0*	671,6	352,8	52,6	203,7	14,9	57,7	3,81****
надземная часть	15	0*	263,7	126,1	23,1	89,3	18,3	70,8	
Земляника лесная – <i>Fragaria vesca</i>									
подземная часть	7	0*	176,9	100,3	21,6	57,2	57,0	21,6	0,36
надземная часть	7	0*	243,3	117,9	40,2	106,4	90,3	34,1	

Чистец болотный – <i>Stachys palustris</i>									
подземная часть	16	0*	269,3	115,2	17,1	68,5	14,9	59,4	3,98****
надземная часть	16	0*	87,4	41,4	5,3	21,4	12,9	51,7	
Ландыш майский – <i>Convallaria majalis</i>									
подземная часть	27	30,5	1383,0	301,8	55,9	290,4	96,2	18,5	3,44***
надземная часть	27	0*	374,2	102,5	15,2	79,1	77,2	14,9	
Марьянник луговой – <i>Melampyrum pratense</i>									
подземная часть	22	51,0	716,3	311,5	40,5	189,9	61,0	13,0	5,43****
надземная часть	22	4,7	301,5	74,2	16,5	77,6	104,6	22,3	
Черда трехраздельная – <i>Bidens tripartite</i>									
подземная часть	28	0*	426,5	114,9	18,1	95,8	83,4	15,8	4,84****
надземная часть	28	0*	114,1	23,2	5,6	29,4	127,0	24,0	
Горец шероховатый – <i>Persicaria scabra</i>									
подземная часть	13	11,0	222,4	94,4	20,1	72,4	76,7	21,3	2,15**
надземная часть	13	0*	171,9	40,6	13,2	47,6	117,3	32,5	
Ежа сборная – <i>Dactylis glomerata</i>									
подземная часть	14	0*	253,1	65,0	19,4	72,6	111,7	29,9	2,01
надземная часть	14	0*	71,8	22,3	6,5	24,5	109,8	29,3	
Мятлик однолетний – <i>Poa annua</i>									
подземная часть	11	0*	83,7	27,7	9,7	32,3	116,6	35,2	0,17
надземная часть	11	0*	144,4	30,9	14,5	48,1	155,8	47,0	

Примечания: * удельная активность ниже предела обнаружения; ** различия достоверны на 95% уровне значимости; *** различия достоверны на 99% уровне значимости; **** различия достоверны на 99,9% уровне значимости.

Рассмотрим уровни загрязнения ¹³⁷Cs растений каждого вида в зависимости от типов леса (таблица 2) и типов условий местопроизрастания (таблица 3).

Таблица 2 – Удельная активность ¹³⁷Cs в травянистых растениях по типам леса

Вид растения	Части растений	Типы леса									
		Д кис.	Д ор.	Д чер.	Д зл-пм	Д сн.	С мш.	С ор.	С чер.	Б ор.	Б чер.
Майник двулистный	подземная	296,5	343,5	-	-	-	579,6	282,8	217,0	-	-
	надземная	134,8	108,7	-	-	-	191,9	134,0	24,2	-	-
Земляника лесная	подземная	94,4	-	-	-	-	-	104,7	-	-	-
	надземная	117,3	-	-	-	-	-	118,3	-	-	-
Чистец болотный	подземная	95,6	110,4	-	-	-	-	104,2	-	176,7	99,4
	надземная	37,8	6,3	-	-	-	-	33,8	-	72,0	45,2
Ландыш майский	подземная	254,1	311,4	133,1	181,7	-	424,5	393,8	-	-	-
	надземная	109,0	99,2	37,9	117,7	-	118,4	110,0	-	-	-
Марьянник луговой	подземная	438,0	269,0	-	-	-	364,1	478,0	131,6	-	104
	надземная	134,3	37,4	-	-	-	99,1	101,3	32,6	-	20,5
Черда трехраздельная	подземная	76,5	146,4	120,4	237,3	59,8	-	-	-	24,1	-
	надземная	2,2	24,8	59,2	38,4	12,8	-	-	-	23,1	-
Горец шероховатый	подземная	108,0	129,8	-	-	-	-	42,2	-	-	-
	надземная	60,5	20,8	-	-	-	-	35,5	-	-	-
Ежа сборная	подземная	-	2,2	89,5	90,7	-	-	-	-	-	-
	надземная	-	6,9	28,3	28,6	-	-	-	-	-	-
Мятлик однолетний	подземная	-	33,0	12,7	38,7	-	-	-	-	-	-
	надземная	-	61,4	25,1	13,8	-	-	-	-	-	-

Таблица 3 – Удельная активность ^{137}Cs в травянистых растениях по типам условий местопроизрастания

Вид растения	Части растений	Типы леса								
		A ₂	A ₃	B ₂	B ₃	C ₂	C ₂ П	C ₃	D ₂	D ₃
Майник двулиственный	подземная	579,6	-	300,8	-	343,5	-	-	296,5	-
	надземная	191,9	-	134,0	-	108,7	-	-	134,8	-
Земляника лесная	подземная	-	-	104,7	-	-	-	-	94,4	-
	надземная	-	-	118,3	-	-	-	-	117,3	-
Чистец болотный	подземная	-	-	104,2	99,4	150,2	-	-	95,6	-
	надземная	-	-	33,8	45,2	45,7	-	-	37,8	-
Ландыш майский	подземная	424,5	-	393,8	-	311,4	181,7	133,1	254,1	-
	надземная	118,4	-	110,0	-	99,2	117,7	37,9	109,0	-
Марьянник луговой	подземная	364,1	131,6	478,0	104,0	269,0	-	-	438,0	-
	надземная	99,1	32,6	101,3	20,5	37,4	-	-	134,3	-
Черёда трехраздельная	подземная	-	-	-	-	105,6	237,3	120,4	76,5	59,8
	надземная	-	-	-	-	24,2	38,4	44,7	2,2	12,8
Горец шероховатый	подземная	-	-	42,2	-	129,8	-	-	108,0	-
	надземная	-	-	35,5	-	20,8	-	-	60,5	-
Ежа сборная	подземная	-	-	-	-	2,2	90,7	89,5	-	-
	надземная	-	-	-	-	6,9	28,6	28,3	-	-
Мятлик однолетний	подземная	-	-	-	-	33,0	38,7	12,7	-	-
	надземная	-	-	-	-	61,4	13,8	25,1	-	-

Майник двулиственный. Максимальной загрязненностью характеризуются растения, произрастающие в сосняке мшистом, минимальной – в сосняке черничном. Самый высокий уровень средней удельной активности ^{137}Cs зафиксирован в корневище и подземной части майника в свежих борах (эдафотоп A₂), самый низкий – в эдафотопе D₂ для корневой системы и в эдафотопе C₂ для надземной части растений. В результате определен убывающий ряд типов леса по уровню загрязнения подземной части майника двулистного, произрастающего в них: С мш.>Д ор.>Д кис.>С ор.>С чер. Для надземной части растений определена другая последовательность: С мш.>Д кис.>С ор.>Д ор.>С чер. Уровни средней удельной активности ^{137}Cs в корневище майника снижаются в ряду типов условий местопроизрастания: корневище – A₂>C₂>B₂>D₂; надземная часть – A₂>D₂, B₂>C₂.

Земляника лесная. Самая высокая средняя удельная активность ^{137}Cs в корневой системе была отмечена в растениях, произрастающих в сосняке орляковом (эдафотоп B₂), в то время как надземная часть растений имела практически одинаковый уровень загрязнения как в сосняке орляковом, так и в дубраве кисличной (эдафотоп D₂).

Чистец болотный. Максимальными уровнями загрязнения ^{137}Cs всех исследованных частей растений характеризуется чистец, произрастающий в березняке орляковом, минимальными – корни растений в березняке черничном и дубраве кисличной, а также надземная часть растений в дубраве орляковой. Наибольшая средняя удельная активность ^{137}Cs установлена в корнях чистеца в свежих сложных субориях (эдафотоп C₂), наименьшая – в свежих дубравах (эдафотоп D₂). Для надземной части растений самый высокий показатель зафиксирован в свежих сложных субориях (эдафотоп C₂) и во влажных субориях (эдафотоп B₃), самый низкий – в свежих субориях (эдафотоп B₂). В результате определен убывающий ряд типов леса по уровню загрязнения корневой системы чистеца: Б ор.>Д ор.>С ор.>Б чер.>Д кис. Для надземной части растений составлена иная последовательность: Б ор.>Б чер.>Д кис.>С ор.>Д ор. Ряды типов условий местопроизрастания выглядят так: для корней – C₂>B₂>B₃>D₂; для надземной части – C₂, B₃>D₂>B₂.

Ландыш майский. Самая высокая средняя удельная активность ^{137}Cs и в корневище, и в надземной части отмечена у растений, произрастающих в сосняке мшистом (эдафотоп A_2), самая низкая – в дубраве черничной (эдафотоп C_3). Убывающий ряд типов леса и типов лесорастительных условий по величине средней удельной активности ^{137}Cs в корневой системе растений выглядит так: С мш. (A_2) > С ор. (B_2) > Д ор. (C_2) > Д кис. (D_2) > Д зл-пм ($C_2П$) > Д чер. (C_3). Для надземной части растений установлен следующий ряд: С мш. (A_2), Д зл-пм ($C_2П$) > С ор. (B_2), Д кис. (D_2) > Д ор. (C_2) > Д чер. (C_3).

Марьянник луговой. Максимальной уровнем загрязнения ^{137}Cs характеризуется корневая система растений, произрастающих в сосняке орляковом (эдафотоп B_2) и надземная часть растений в дубраве кисличной (эдафотоп D_2). Минимальные параметры и для подземной, и для надземной частей марьянника установлены в березняке черничном (эдафотоп B_3). Составлены убывающие ряды типов леса и типов лесорастительных условий по величине средней удельной активности ^{137}Cs : для корней – С ор. (B_2) > Д кис. (D_2) > С мш. (A_2) > Д ор. (C_2) > С чер. (A_3) > Б чер. (B_3); для надземной части – Д кис. (D_2) > С ор. (B_2) > С мш. (A_2) > Д ор. (C_2) > С чер. (A_3) > Б чер. (B_3).

Черёда трехраздельная. Самая высокая средняя удельная активность ^{137}Cs в корнях черёды зафиксирована в дубраве злаково-пойменной, для надземной части растений этот показатель отмечен в дубраве черничной. Самый низкий уровень установлен в березняке орляковом (корни) и в дубраве кисличной (надземная часть). Максимальный уровень загрязненности ^{137}Cs в подземной части отмечен у растений, произрастающих в условиях эдафотопа $C_2П$, минимальный – в эдафотопе D_3 . Для надземной части растений самый высокий показатель установлен в эдафотопе C_3 , минимальный – в D_2 . В итоге определены убывающие ряды типов леса по показателям средней удельной активности ^{137}Cs в растениях: для корней – Д зл-пм > Д ор. > Д чер. > Д кис. > Д сн. > Б ор; для надземной части – Д чер. > Д зл-пм > Д ор. > Б ор. > Д сн. > Д кис. Величина средней удельной активности ^{137}Cs в растениях убывает в ряду ряды типов условий местопроизрастания: $C_2П > C_3 > C_2 > D_2 > D_3$ (для корней), $C_3 > C_2П > C_2 > D_3 > D_2$ (для надземной части).

Горец шероховатый. Самым высоким уровнем загрязнения ^{137}Cs характеризуются корневище растений, произрастающих в дубраве орляковой (эдафотоп C_2) и надземная часть растений в дубраве кисличной (эдафотоп D_2). Минимальные показатели для корневой системы зафиксированы в сосняке орляковом (эдафотоп B_2), для надземной части – в дубраве орляковой (эдафотоп C_2). Составлен убывающий ряд типов леса и типов условий местопроизрастания по показателям средней удельной активности ^{137}Cs в подземной части растений: Д ор. (C_2) > Д кис. (D_2) > С ор. (B_2). Для надземной части растений определена другая последовательность: Д кис. (D_2) > С ор. (B_2) > Д ор. (C_2).

Ежа сборная. Самым высоким уровнем загрязнения ^{137}Cs как надземной, так и в подземной частях характеризуются растения, произрастающие в дубравах злаково-пойменной (эдафотоп $C_2П$) и черничной (эдафотоп C_3), самым низким – в дубраве орляковой (эдафотоп C_2).

Мятлик однолетний. Наибольший показатель средней удельной активности ^{137}Cs в корневой системе установлен в растениях дубравы злаково-пойменной (эдафотоп $C_2П$), наименьший – в растениях дубравы черничной (эдафотоп C_3). Для надземной части растений максимум отмечен в дубраве орляковой (эдафотоп C_2), минимум – в дубраве злаково-пойменной (эдафотоп $C_2П$).

Рассмотрим межвидовые различия загрязнённости ^{137}Cs растений всех исследованных видов (рисунок 1).

Все изученные виды условно можно разбить на группы по величине удельной активности в подземной части растений. Самой высокой удельной активностью ^{137}Cs характеризуются растения, в корнях (корневищах) которых зафиксирована относительно высокая средняя удельная активность радионуклида – это майник двулистный (352,8 Бк/кг), марьянник луговой (311,5 Бк/кг) и ландыш майский (301,8 Бк/кг). Несколько ниже средние уровни загрязнения зафиксированы в подземной части чистеца болотного (115,2 Бк/кг), череды трехраздельной (114,9 Бк/кг), земляники лесной (100,3 Бк/кг) и горца шероховатого (94,4 Бк/кг). Далее в порядке снижения уровней загрязнения радиоизотопом следует ежа сборная (65,0 Бк/кг) и замыкает ряд мятлик однолетний (27,7 Бк/кг). Для надземной части растений установлена другая последовательность видов в порядке убывания величины средней удельной активности ^{137}Cs : майник двулистный (126,1 Бк/кг) > земляника лесная (117,9 Бк/кг) > ландыш майский (102,5 Бк/кг) > марьянник луговой (74,2 Бк/кг) > чистец болотный (41,4 Бк/кг) > горец шероховатый (40,6 Бк/кг) > мятлик однолетний (30,9 Бк/кг) > череда трехраздельная (23,2 Бк/кг) > ежа сборная (22,3 Бк/кг).

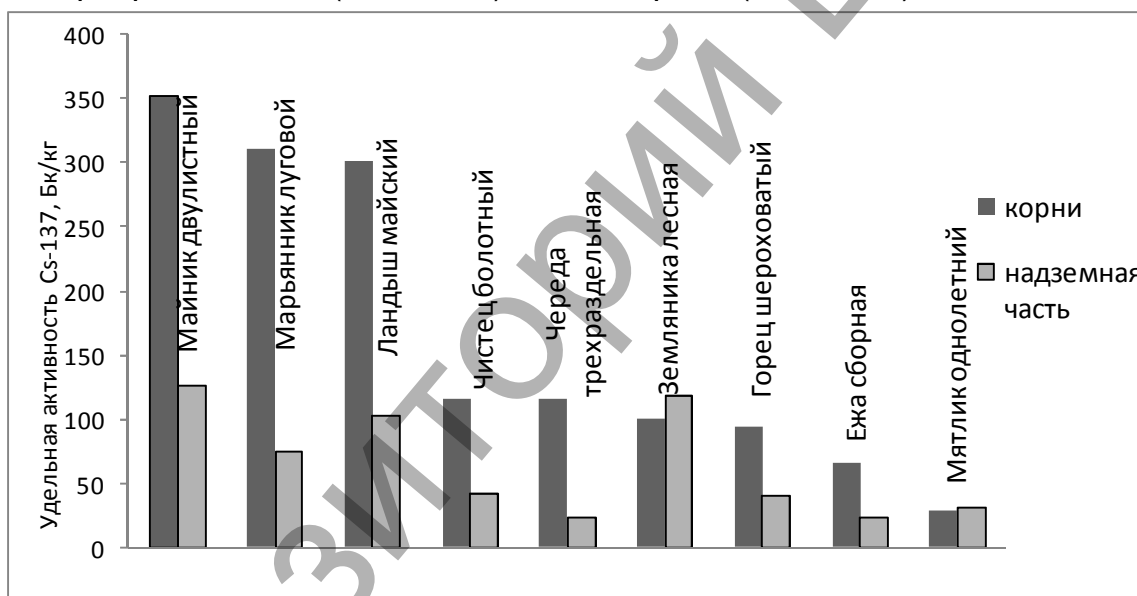


Рисунок 1 – Средняя удельная активность ^{137}Cs в различных видах растений

Заключение

Величина удельной активности ^{137}Cs в фитомассе травянистых растений сильно отличается и колеблется в широком диапазоне – от 0 (ниже предела обнаружения) до 1383,0 Бк/кг для корневой системы и от 0 до 374,2 Бк/кг для надземной части растений. Выявлены различия по уровню радиоактивного загрязнения растений, произрастающих в различных типах леса и типах условий местопроизрастания, для каждого вида. Установлено, что у 80% изученных видов средняя удельная активность ^{137}Cs в подземной части растений несколько выше, чем в надземной.

Удельная активность ^{137}Cs в корневой системе травянистых растений уменьшается в следующем ряду видов: майник двулистный > марьянник луговой > ландыш майский > чистец болотный > череда трехраздельная > земля-

ника лесная > горец шероховатый > ежа сборная > мятлик однолетний. Для наземной части растений установлена другая последовательность: майник двулистный > земляника лесная > ландыш майский > марьянник луговой > чистец болотный > горец шероховатый > мятлик однолетний > череда трехраздельная > ежа сборная.

Список литературы

1. 20 лет Чернобыльской катастрофы. Взгляд в будущее: Национальный доклад Украины. – К.: Атика, 2006. – 232 с.

2. Четверть века после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления. Национальный доклад Республики Беларусь. Минск: Департамент по ликвидации последствий катастрофы на чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. 2011. – 90 с.

3. Чернобыль, сельское хозяйство, окружающая среда / Р.М. Алексахин [и др.]; под общ.ред Р.М. Алексахина. – Обнинск: ВНИИСХРАЭ, 2006. – 35 с.

4. Инструкция по проведению обследования участков заготовки продукции лесного хозяйства или сырья, отбору и подготовке проб для контроля радиоактивного загрязнения. – Мн., 1998.

5. Методика выполнения измерений объёмной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов цезия-137 и калия-40 в воде, продуктах питания, сельскохозяйственном сырье и кормах, промышленном сырье, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды, удельной эффективной активности естественных радионуклидов в строительных материалах, а также удельной активности цезия-137, калия-40, радия-226, тория-232 в почве на гамма-радиометрах спектрометрического типа РКГ-АТ1320. – Мн., 2007.

УДК 630 176.322:630 907.12

ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ ДУБРАВ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ПРИПЯТСКИЙ» И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Углянец А.В.

Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Припятский», Гомельская обл., Петриковский р-н, д. Лясковичи, Республика Беларусь, uhlianets@mail.ru

In the article the problem of dying oak trees and the degradation of oak forests in the Pripjat National Park is considered. Active methods of the solution with the use of forestry and silviculture activities is offered.

Введение

В Национальном парке «Припятский» по данным лесоустройства 2006 года дубравы занимают 7660 га, в том числе суходольные – 5927 га, пойменные – 1733 га. Преобладают высоковозрастные низкополнотные насаждения дуба. Запас сырораствующей древесины в них приближается к 1,5 млн. м³ (таблица 1).

Таблица 1 – Краткая характеристика дубрав

Названия строк	Площадь		Средний возраст, лет	Полнота	Запас древесины, м ³
	га	%			
Дубравы, в т.ч.:	7660	100,0	104	0,54	1 432 160
пойменные*	1733	22,6	105	0,49	287 170
суходольные	5927	77,4	104	0,55	1 144 990

* *Примечание:* пойменные типы леса

Пойменные дубравы распространены в составе Переровско-Снядинского массива пойменных лесов площадью 3339 га, расположенного в правобережной части поймы реки Припять, и в составе Найдянского участка Житковичского массива пойменных лесов, площадью 2713 га, расположенного в левобережной ее части. Всего в национальном парке сосредоточено 19,4% пойменных лесов Припяти [1].

В пойме под воздействием комплекса факторов (изменение погодноклиматических условий, дамбирование Припяти и ее притоков, строительство польдеров и транспортных коммуникаций, строительная деятельность бобра), произошло коренное изменение устоявшихся веками уровней и режимов грунтовых вод, которое привело к снижению водообеспеченности деревьев, обусловившей закупорку водопроводящих сосудов (трахей). Следствием этого стало ослабление, суховершинность и постепенное усыхание деревьев дуба. Периодически повторяющееся интенсивное объедание листвы листогрызущими насекомыми, а также интенсификация жизнедеятельности стволовых вредителей на ослабленных деревьях ускоряет их гибель. Дубравы расстраиваются и постепенно сменяются мелколиственными насаждениями, кустарниками и болотами [1, 2].

Суходольные дубравы произрастают преимущественно на первой надпойменной террасе Припяти, встречаются на останцах надпойменной террасы и на высоких незатапливаемых гривах в пределах поймы. Суходольным дубравам, произрастающим в условиях близкого залегания грунтовых вод, характерны те же процессы, обусловленные строительством польдеров, транспортных коммуникаций, деятельностью бобра [3].

Таким образом, и в пойменных и в суходольных дубравах Национального парка существует проблема усыхания деревьев дуба, деградация его древостоев и накопления сухостоя.

Цель настоящей работы – выявить масштабы и темпы усыхания дубрав, определить возможные меры их замедления и сохранения насаждений.

Основная часть

Пойменные дубравы. На основе материалов лесоустройства установлено (таблица 2), что в дубравах Переровско-Снядинского массива пойменных лесов общий запас древесины составляет 415 тыс. м³, в том числе сырорастущей – 374 тыс. м³ (90,1%), мертвой – 40,9 тыс. м³ (9,9%). Запас сырорастущей древесины дуба равен 273 тыс. м³, или 73% от запаса насаждений. На корню находилось 411 тыс. м³ сырорастущей и сухостойной древесины. В насаждениях учтено 4 тыс. м³ валежника (1,0% от общего запаса древесины) и 36,8 тыс. м³ сухостойной древесины (8,9%). Запасы сухостойного дуба составляли 35,8 тыс. м³, или 8,7% от стволового запаса этой породы на корню.

Таблица 2 – Распределение запасов древесины в дубравах* Переровско-Снядинского массива пойменных лесов (по материалам лесоустройства 2006 г.)

Показатели	Запасы древесины						всего
	сырорастущей		сухостоя		валежника		
	общий	в т.ч. дуба	общий	в т.ч. дуба	общий	в т.ч. дуба	
м ³	374032	273067	36820	35800	4050	3800	414902
%	90,1	65,8	8,9	8,6	1,0	0,9	100,0

* *Примечание:* все типы леса

По нашим исследованиям запасы стволовой древесины дуба на корню в дубравах этого массива (пойменных и суходольных типах леса) составляли 308,8 тыс. м³, в том числе 88,3 тыс. м³ сухостоя (таблица 3). На свежий сухостой приходилось 3,5 % запаса. Показатель уровня среднегодовых темпов распада пойменных дубрав находился на уровне 3 % в год. Более быстро усыхание дубрав протекало в пониженных частях центральной (общее количество сухостоя составляло 36,9%, а темпы усыхания – 4,9% в год) и прирусловой низкой (27,9% и 5,1% в год) поймы. В прирусловой высокой пойме эти показатели были равны 27,9% и 3,1% в год, в притеррасной – 18,3% и 1,6% в год [2].

Аналогичная ситуация сложилась и в Найдянском участке Житковичского массива пойменных лесов. В обоих пойменных массивах накоплено около 145,7 тыс. м³ сухостоя дуба (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение запасов древесины дуба в массивах пойменных лесов* по категориям состояния деревьев, м³

Массив	Категории состояния деоевьев						Итого
	I (без признаков ослабления)	II (ослабленные)	III (сильно ослабленные)	IV (усыхающие)	V (свежий сухостой)	VI (сухостой прошлых лет)	
Переровско-Снядинский	59900	88600	45400	26600	8000	80300	308800
Оба массива**	98840	146190	74910	43890	13200	132490	509520

Примечания: * – все типы леса; ** – Переровско-Снядинский массив и Найдянский участок Житковичского массива пойменных лесов

Средняя категория состояния деревьев дуба (III,2) говорит об очень сильной их ослабленности в условиях поймы. Большое количество усыхающих деревьев и свежего сухостоя (11,2 %) свидетельствует о весьма высоком темпе распада древостоев. Несмотря на то, что в насаждениях преобладают здоровые и ослабленные деревья (48,1%) на долю сухостоя приходится 28,6% стволового запаса.

По среднему индексу состояния (64,1) согласно классификации В.А. Алексеева [4] пойменные дубравы в целом характеризуются категорией «поврежденных» насаждений.

Суходольные дубравы. По данным лесоустройства (таблица 4) доля дуба в общем запасе сырорастущей древесины в них составляла 58,2%. На сухостой приходилось 22 тыс. м³ древесины (1,9% от общего ее запаса на корню).

Таблица 4 – Распределение запасов древесины в суходольных дубравах (по данным лесоустройства 2006 г.)

Показатели	Запасы древесины на корню			
	сырораствующей		общего сухостоя	всего
	общий	в т. ч. дуба		
м ³	1144990	666170	22060	1167050
%	98,1	57,1	1,9	100,0

По нашим данным (таблица 5) в суходольных дубравах национального парка накоплено 99,7 тыс. м³ сухостоя дуба, или 14,6% от запасов древесины этой породы на корню. Доля свежего сухостоя в них составляет 3,3%, старого – 11,3%, усыхающих деревьев – 2,1%. Темпы усыхания суходольных дубрав находятся в среднем в пределах 2,1–3,3% в год. В насаждениях преобладают здоровые и ослабленные деревья (67,5%). Но средняя категория состояния древостоев (II,6) говорит о довольно сильной их ослабленности в целом. По среднему индексу состояния (57,2) суходольные дубравы, как и пойменные, характеризуются категорией «поврежденных» насаждений по классификации В. А. Алексеева [4].

Таблица 5 – Распределение запасов дуба в суходольных дубравах по категориям состояния деревьев, м³

Категории состояния деревьев						Итого
I (без признаков ослабления)	II (ослабленные)	III (сильно ослабленные)	IV (усыхающие)	V (свежий сухостой)	VI (сухостой прошлых лет)	
79890	381010	107880	14350	22530	77160	682820

Таким образом, под воздействием комплекса экологических факторов, обусловивших ускоренное усыхание деревьев дуба, в Национальном парке «Припятский» по разным данным накопилось от 57,8 до 245,4 тыс. м³ сухой древесины дуба, в том числе в суходольных дубравах – 22,0–99,7 тыс. м³, в пойменных – 35,8–145,7 тыс. м³.

Предполагается несколько сценариев развития ситуации в высоковозрастных дубравах национального парка [2].

На сезонно затапливаемых и подтапливаемых участках насаждения дуба постепенно распадутся до состояния редин и трансформируются в мелколиственные леса, в кустарниково-травяные и в пойменно-луговые сообщества с дубовым редколесьем и кустарниками, в болота.

В условиях постоянного подтопления и затопления почв дубравы деградируют с сохранением единичных деревьев и образованием на их месте болот, кустарниковых и луговых сообществ в различном сочетании в зависимости от рельефа местности.

На ровных платообразных участках, на невысоких гривах и грядах, где имеет место регулярное подтопление и редкое затопление почв, дубравы медленно сменяются мелколиственными насаждениями с куртинами, группами и одиночными деревьями старых дубов.

Вне зоны регулярного затопления будет происходить длительная естественная смена высоковозрастных дубрав мелколиственными насаждениями, ускоряемая внешними воздействиями.

Смена высоковозрастных дубрав мелколиственными лесами, кустарниковыми, пойменно-луговыми и болотными сообществами неизбежна. Быстрота ее будет определяться степенью внешних воздействий, местоположением насаждений по рельефу, уровнями и режимами паводково-грунтовых вод.

В чем решение данной проблемы? С одной стороны, гидрологический режим почв в дубравах восстановить невозможно. Его можно несколько улучшить путем устройства инженерных сооружений и регулированием численности бобра. С другой – восстановление водного режима фактически будет его изменением, что, естественно, приведет к повторному водному стрессу деревьев дуба. Учитывая, что механизм усыхания деревьев дуба необратим (водопроводящая функция трахей, закупоренных тиллами в период дефицита влаги, не восстанавливается [5]), остановить усыхание деревьев дуба невозможно.

Следовательно, процесс деградации высоковозрастных дубрав необратим. Поэтому очевидно, что сохранение их путем невмешательства в ход развития насаждений не имеет смысла. Дубравы неизбежно сменяются иными растительными сообществами. Естественное их восстановление будет происходить через смену производных лесных насаждений или других типов фитоценозов. Процесс этот очень длительный.

В сложившейся обстановке возможны несколько путей решения проблемы сохранения дубрав в национальном парке «Припятский». Все они подразумевают активное вмешательство человека. Это:

- продление существования деградирующих насаждений дуба. Состоит в улучшении их санитарного состояния посредством проведения выборочных санитарных рубок;

- смена старых деревьев молодыми в деградирующих насаждениях дуба. Заключается в содействии естественному возобновлению дуба под пологом, создании его подпологовых культур, уходе за подростом дуба, в проведении рубок обновления и переформирования;

- восстановление дубрав на месте производных насаждений. В зависимости от наличия и характеристик в них растений дуба (количество, ярус, высота, состояние) достигается применением рубок ухода, рубок переформирования мелколиственных насаждений в дубравы, ухода за подростом дуба и его спутников, реконструкцией мелколиственных насаждений, созданием подпологовых культур дуба, содействием естественному возобновлению дуба.

Заключение

В Национальном парке «Припятский» остро стоит проблема суховершинности и усыхания деревьев дуба, необратимой деградации и распада его насаждений, генерированная глобальными изменениями климата и гидрологического режима почв. Происходит постепенная смена дубрав насаждениями мелколиственных пород, другими растительными сообществами. В дубравах накоплены огромные запасы сухостойной древесины. Накопление ее продолжается.

Естественное восстановление дубрав может произойти только через сотни лет. Это непозволительная трата времени. Сохранить дубравы можно только путем активного вмешательства человека в ход их развития с применением комплекса лесохозяйственных и лесокультурных мероприятий. При этом, необходимо постоянно следить за гидрологическим режимом почв в насаждениях, не допуская и ликвидируя локальные его изменения.

Список литературы

1. Гельтман, В.С. Пойменные леса Припяти и их трансформация связи с мелиорацией / В.С. Гельтман, И.Ф. Моисеенко. – Минск: Навука і тэхніка, 1990. – 118 с.
2. Водные ресурсы Национального парка «Припятский», их влияние на состояние лесных экосистем: монография / А.В. Углянец [и др.]; под общ. Ред. Г.И. Марцинкевич. – Минск: БГПУ, 2007. – 163 с.
3. Углянец, А.В. Устойчивость суходольных дубрав Национального парка «Припятский» к воздействию меняющегося гидрологического фактора / А.В. Углянец, А.М. Потапенко // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития: материалы междунар. науч.-практич. конф., Гомель, 09–11 сентября 2013 г. / Институт леса НАН Беларуси, 2013. – С. 288–292.
4. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / Под ред. В.А. Алексеева. – Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1990. – 200 с.
5. Смоляк Л.П. Смоляк Л.П. Основы учения о растительном покрове. Тексты лекций по курсу «Дендрология» для студентов спец. 1512. Часть II. – Минск, 1986. – 50 С.

УДК 556.53:502.11

ЗОНИРОВАНИЕ МАЛЫХ РЕК ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ТИПОЛОГИИ СТРУКТУР ПРОФИЛИРУЮЩИХ ВИДОВ ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Шевцова Н.С.

Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр», г.Минск, Республика Беларусь, shevtsova-gidromet@hmc.by

The article presents results of tourism and recreation zoning of 18 small rivers in Grodno region on the possibility to use their natural potential. Within this water areas three types of tourism and recreation structures are marked out: monofunctional, perspective polyfunctional and polyfunctional.

Введение

На основании Постановления Совета Министров Республики Беларусь №927 от 24.08.2005 г. разработана и утверждена «Национальная программа по развитию туризма в Республике Беларусь на 2006–2010гг» [1], важнейшей задачей которой является формирование Государственного кадастра туристских ресурсов страны как формы учета количества, качества, динамики и степени использования природно-ресурсного потенциала территории. В соответствии с программой, ГНУ по биоресурсам НАН Беларуси по заданию Министерства спорта и туризма Республики Беларусь в 2008–2009 годах выполнялась работа по формированию природной составляющей кадастра туристских ресурсов по 18 малым рекам в 12 районах Гродненской области (Свислочский, Волковысский, Вороновский, Лидский, Дятловский, Слонимский, Щучинский, Ошмянский, Островецкий, Гродненский, Ивьевский, Кореличский). Структура

Государственного кадастра туристских ресурсов (ГКТР) и методика их туристско-рекреационной оценки изложены в [2]. В работе учтена специфика туристско-рекреационного использования водных объектов и ООПТ, что нашло свое отражение в кадастровых формах учета. Фрагменты таких форм, разработанные для водотоков и ООПТ, представлены в [3, 4].

Основная часть

В статье выполнен анализ результатов оценки туристско-рекреационных ресурсов в системе ГКТР для 18 малых рек Гродненской области и проведено зонирование их акваторий с целью выявления возможностей расширения спектра туристско-рекреационных услуг.

Приведенные данные позволяют сделать некоторые общие выводы, касающиеся возможностей использования изученных малых рек Гродненской области в целях отдыха и туризма. Так, в пределах акваторий всех рек, исключая 2 уч-к р.Лидея, возможно любительское рыболовство. Выявлены благоприятные условия для реализации любительской охоты на всех реках, кроме рр. Нетупа, Лидея, Лебеда, Гожка, Валовка, Невда, Дитва (1 уч-к) и гребли на лодках исключая рр.Нарев, Молчадь, Исса, Лидея, Гольшанка, Страча, Валовка, Невда, Лебеда (1,3 уч-ки). Для подводного плавания может использоваться р.Нетупа и р.Дитва (2 уч-к), а для купальни – пляжного вида отдыха – рр. Лебеда (2 уч-к), Исlochь, Сервечь. Реализация катания на водных лыжах и яхтах невозможна ни на одной из рек.

В отношении видов рекреационного использования, невозможных к реализации, установлены следующие ограничения. Организация купания оказалась невозможной в связи с наличием 4 лимитирующих факторов: ландшафтного (отсутствие пляжей вдоль линии акватории – на 14 уч-ках рек), морфометрического (по одному или сочетанию следующих параметров: ширины зоны мелководий, уклона дна – на 12 уч-ках рек), гидрохимического (по одному или сочетанию следующих характеристик: содержанию кадмия, бихроматной окисляемости – на 5 уч-ках рек), микробиологического (содержанию лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП) – на 2 уч-ках рек) и гидрологического (высокому уровню колебания вод – на 1 уч-ке, высокой скорости течения – на 1 уч-ке), морфологического (показателю характера дна – на 1 уч-ке). По числу доминирующих лимитирующих факторов лидирует подводное плавание. Из морфометрических факторов параметром, ограничивающим его организацию, является: значение фактической глубины (несоответствие технически предусмотренной для погружения – на 17 уч-ках рек), из ландшафтных по уровню разнообразия ПАК (на 8 уч-ках), из гидрохимических по уровню загрязнения кадмием (на 5 уч-ках рек) и по биохимической окисляемости (на 3 уч-ках) выявлено их несоответствие стандартам, из гидрологических по значению высокого уровня колебания вод (на 1 уч-ке), из числа морфологических по характеру дна (на 2 уч-ках), из микробиологических факторов по содержанию ЛКП (на 1 уч-ке). Для катания на водных лыжах и яхтах выделено 3 лимитирующих фактора: ландшафтный (частота смены природно-антропогенных комплексов (ПАК) на 1 км пути составляет 1–2 против 1–10 по нормативу – на 21 участке рек), гидрологический (недостаточный уровень расхода воды – на 11 уч-ках рек, высокий уровень колебания вод – на 1 уч-ке, скорость течения – на 1 уч-ке) и морфометрический (недостаточные параметры ширины и глубины выявлены одновременно – на 16 уч-ках рек, ширина – на 3 уч-ках, глубина – на 2 уч-ках рек). Для реализации гребли выявлен перечень ограни-

чивающих факторов в составе: ландшафтного (частота смены ПАК на 1 км пути составляет 1–2 при 1–4 по нормативу – на 6 участках рек), гидрологического (недостаточный уровень расхода воды – на 4 уч-ках рек, высокий уровень колебания вод – на 1 уч-ке, высокая скорость течения – на 1 уч-ке) и морфометрического (недостаточные параметры ширины – на 1 уч-ке, превышение норматива по уклону дна – на 5 уч-ках рек). Единственным лимитирующим фактором для реализации любительской охоты является фактор ландшафтного разнообразия на 10 уч-ках рек, проявляющийся в наличии аграрных и селитебных ландшафтов, делающий территорию потенциально непригодной для указанного вида туризма.

Заключение

Получены результаты, которые послужили основой для зонирования акваторий малых рек Гродненской области. Основным критерий зонирования – спецификация структуры профилирующих видов туристско-рекреационной деятельности (ТРД), реализация которых возможна без ограничений. Разработана типология структур профилирующих видов ТРД исследованных водотоков, в основу которой положены представления о монофункциональных и полифункциональных рекреационных зонах [5]. В акваториях исследованных рек выделено 3 типа туристско-рекреационных структур – монофункциональные (на 5 уч-ках), перспективные полифункциональные (на 14 уч-ках) и полифункциональные (на 3 уч-ках). В пределах монофункциональных рекреационных зон возможна организация только одного профилирующего вида туризма или отдыха, выделение перспективных полифункциональных зон происходит при наличии единовременного сочетания 2 – 3, полифункциональных – при выявлении соответствующих возможностей более, чем для 4 видов.

Структура монофункционального типа представлена любительским рыболовством на р.Невда, р.Лидея (1 уч-к), р.Лебеда (1,3 уч-ки), р.Валовка (1 уч-к). Структура полифункционального типа включает купание, греблю на лодках, любительскую охоту, любительское рыболовство и сформирована на рр. Исlochь, Сервечь, в составе подводного плавания, гребли на лодках, любительской охоты, любительского рыболовства – на 2 уч-ке р.Дитва, где выявлены благоприятные условия для организации 4 видов туристско-рекреационной деятельности.

В самую крупную группу входят 14 участков на 13 реках (1 – участки на рр. Нарев, Нетупа, Дитва, Молчадь, Исса, Гольшанка, Страча, Гожка, Черная Ганча, Гавья, Уша, 1–2 уч-ки р.Котра, 2 уч-ток р.Лебеда составляют структуры полифункциональные в перспективе, которые уже сейчас благоприятны для занятий 2–3 видами туристско-рекреационной деятельности. Ни один из водных видов туристско-рекреационной деятельности оказался невозможным к реализации исключительно на 2 уч-ке р.Страча.

К лимитируемым видам отдыха и туризма на большинстве участков малых рек Гродненской области относятся контактные виды рекреационного использования в составе купания, подводного плавания, катания на яхтах и водных лыжах, на отдельных участках рек эта категория расширяется за счет таких видов туризма и отдыха как гребля на лодках и любительская охота. При этом, следует отметить, что спектр лимитирующих факторов для различных видов туристско-рекреационной деятельности достаточно пестрый.

Результаты туристско-рекреационного зонирования позволят управляющим органам в сфере туризма в полной мере использовать природно-ресурсный потенциал 18 малых рек Гродненской области, при условии оптимизации систе-

мы размещения рекреационной инфраструктуры вдоль водотоков, что будет способствовать развитию местного туристического бизнеса, направленного на удовлетворения потребностей местного населения в отдыхе за счет расширения структуры внутреннего рынка туристско-рекреационных услуг.

Список литературы

1. Национальная программа по развитию туризма в Республике Беларусь на 2006–2010 гг. Постановление Совета Министров Республики Беларусь №927 от 24.08.2005г. / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь 2005г. №137.5/16437.

2. О государственном кадастре туристских ресурсов. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 18.06.2004г. №730 / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь 23 июня 2004 г. N 5/14411.

3. Шевцова, Н.С., Юргенсон, Н.А., Марцинкевич, Г.И., Чистенко, Г.Н., Шушкова, Е.В. Оценка туристско-рекреационной пригодности природно-ресурсного потенциала бассейна реки Западный Буг для кадастра туристских ресурсов // Природные ресурсы. – 2007. – №1. – С.67–75.

4. Шевцова, Н.С., Юргенсон, Н.А., Марцинкевич, Г.И., Чистенко, Г.Н., Шушкова, Е.В. Оценка природного туристско-рекреационного потенциала рек Гродненской области // Природные ресурсы. – 2009. – №2. – С.96 – 105.

5. Шевцова, Н.С. Функционально-временное зонирование акваторий озер по количественным и качественным критериям рекреационной пригодности. // Природные ресурсы. –1998. – №2. – С.34–46.

УДК 557(476/7)

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ РЕК БАСЕЙНА Р. ВИЛИЯ ДЛЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛОСОСЕВЫХ РЫБ И ПУТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИХ ПОПУЛЯЦИИ

Юревич Р.А., Таран Д.Ф., Фролова О.Е.

РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск, Республика Беларусь, rutkovskip@mail.ru

Assessed the suitability of the rivers Neris River Basin to restore populations of salmonids and outlined measures to increase their numbers

Введение

Проходные лососевые рыбы – уникальные представители ихтиофауны Республики Беларусь. До 50-х годов прошлого столетия кумжа и лосось (балтийская популяция) заходили на нерест в реки бассейнов Зап. Двины, Немана и Зап. Буга и были достаточно обычным видом. Однако, начиная с середины 60-х годов лососевые рыбы оказались в роли вида, практически выпавшего из состава ихтиофауны республики.

Проведенные в начале текущего столетия исследования показали [1], что атлантический лосось и кумжа заходят на нерест в водотоки Беларуси и единственной рекой, по которой лососевые заходят на нерест в водотоки Беларуси

является Вилия. При этом, отмечено, что количество притоков реки Вилия, в которых отмечен нерест рыб, ограничен. Это обстоятельство объясняется как наличием абиотических факторов (гидрологическим, гидравлическим и гидрохимическим режимом рек), обеспечивающих жизнедеятельность рыб в пресноводный период жизни, так и антропогенной деятельностью на водосборе, ограничивающей миграцию и нерест рыб.

Оценка пригодности рек бассейна р. Вилия по абиотическим факторам

Важную роль в выборе рыбами семейства лососевых нерестовых мест имеет гранулометрический состав грунтов. Для нормального воспроизводства лососевых рыб основную часть нерестового субстрата должна составлять галька, остальную – гравий и песок, причем количество более 15% песка диаметром менее 1 мм является крайне неблагоприятным. В чистых от песка нерестовых гнездах выживаемость икры достигает 95 %, тогда как в занесенных песком – в несколько раз ниже, вплоть до полной гибели.

Важными факторами для создания мест нереста являются уровенный режим и скорость течения. Так, резкие изменения уровня воды в период размножения могут привести к вымыванию икры из гнезд в момент икрометания, опасность представляет и снижение уровня рек до обмеления мелководных участков нерестилищ, что ухудшает условия омывания икры в грунте.

Глубина, на которой происходит нерест лосося и кумжи варьируется от 0,15 м до 1 м. Оптимальными принято считать глубины 0,3–0,45 м.

Миграционная способность лососевых рыб сохраняется в скоростном интервале от 0,2 до 3 м/с. При этом, скорости от 0,8 до 3 м/с преодолеваются лососевыми видами рыб только в незначительный временный промежуток, после которого рыба должна попасть в более спокойные условия.

Существенное влияние на воспроизводство лососевых видов рыб оказывает гидрохимический режим водотока.

Основными ингредиентами, определяющими пригодность водотока для нереста, является содержание кислорода, температурный режим, содержание взвешенных веществ, солевой состав.

По отношению к содержанию кислорода в воде лососевые входят в группу рыб, живущих в воде с высоким содержанием кислорода (6 мгО₂/дм³ зимой и 8 мгО₂/дм³ – летом).

Температура воды является одним из факторов, оказывающих большое воздействие на жизненные функции рыбы, определяющих ее рост и развитие.

Лососевые рыбы относятся к группе хладолюбивых рыб, активная жизнедеятельность которых происходит при температуре воды 5–18⁰. При дальнейшем повышении температуры воды у рыб резко снижается двигательная активность, интенсивность питания и замедляется рост. Верхней летальной температурой для лосося является температура выше 20⁰.

Повышенное содержание взвешенных веществ в водных объектах вызывает:

- заиление нерестовых бугров и ухудшение кислородного режима;
- прямое воздействие твердых минеральных частиц.

Благоприятными значениями для лососевых является концентрация взвешенных веществ до 25 мг/дм³. При содержании взвешенных веществ 25–85 мг/дм³ возможно поддержание популяции на среднем уровне, однако рыбы избегают места с повышенным содержанием взвешенных веществ.

Активная реакция среды зависит от растворенных в воде различных химических веществ и определяется концентрацией в ней водородных ионов.

Наиболее благоприятной для лососевых рыб, является нейтральная или слабощелочная реакция среды (рН – 7,0–8,0).

Повышенное содержание в воде соединений азота может оказать на рыбу вредное воздействие, а в некоторых случаях даже вызывать ее гибель.

Так, в соответствии с существующими нормативами документами [2] аммоний-ион, нитрат-ион, нитрит-ион не должны превышать, соответственно, 0,39, 9,03 и 0,024 мг/дм³.

В таблице 1 приведены сведения о качественных показателях нересто-пригодных водотоков в бассейне реки Вилия.

Анализ данных о гидрохимическом загрязнении воды в исследуемых водотоках (таблица 1) показал, что общая гидрохимическая обстановка на исследуемых водотоках благоприятна для нереста лососевых.

Оценка влияния антропогенных факторов

Хозяйственная деятельность человека в существенной степени нарушает условия миграции, размножения и нагула рыб. Это выражается, в первую очередь, поступлением загрязняющих веществ со сточными водами промышленности, коммунального и сельского хозяйства, что оказывает угнетающее, а иногда и губительное воздействие на ихтиофауну.

Значительный ущерб наносит распашка склонов, вырубка лесов по берегам рек, что увеличивает эрозионную деятельность, усугубляет заиление рек и, в конечном счете, приводит к выводу из строя нерестово-нагульных участков рек.

Особенно вредное воздействие на воспроизводство проходных и полупроходных рыб оказывает гидротехническое строительство.

Так, основным фактором, вызвавшим резкое снижение численности балтийской популяции лосося и кумжи в реках Немана и Зап. Двины, явилось строительство Каунасской и Кегумской ГЭС и единственной незарегулированной рекой, по которой лососевые могут подниматься на нерест является верхнее течение р. Вилия и ее притоки.

Немаловажным фактором, препятствующим широкому использованию потенциально пригодных для нереста лососевых водотоков, является широкомасштабная мелиорация.

Анализ антропогенных факторов в бассейне реки Вилия позволяет сделать следующие выводы:

- водоснабжение городского, сельского населения и промышленности осуществляется из подземных источников, что не оказывает негативного влияния на нерестовые угодья рек;
- отвод сточных вод в настоящее время не оказывает негативное воздействие на качество водных ресурсов и не влияет на процесс нереста лососевых рыб;
- отрицательным образом влияют на миграцию лососевых рыб следующие гидротехнические сооружения:
 - плотина Вилейского гидроузла;
 - каскад гидротехнических сооружений на реке Лоша плотина Яновской ГЭС, полуразрушенная плотина в н.п. Гервяты, плотина в н.п. Мацки и Изабелино;

- плотина Рачунской ГЭС на реке Ошмянка,
- плотина Яновской ГЭС на реке Страча;
- труба-переезд на автодороге Быстрица-Ворняны на реке Тартак с перепадом уровня до 1,0 м;
- гидроузел на реке Сенканка у н.с. Ворона Островецкого района;
- шлюз-регулятор на реке Гозовка вблизи н.п. Ворняны;
- гидроузел на реке Оксна ниже г. Сморгонь;
- трехочковая труба-переезд у д. Ордея на реке Поддубянка.

Таблица 1 – Качественные показатели водных ресурсов р. Виляя и ее притоков

Река	Створ	Дата	Температура, град. С	Концентрация, мг/дм ³						
				Содержание кислорода, мг О ₂ /дм ³	рН	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Азот аммонийный, мг/дм ³	Азот нитритный, мг/дм ³	Азот нитратный, мг/дм ³	Фосфор фосфатный, мг/дм ³
Виляя	а/ мост около д. Ручевые	6.09.2011	18,6	9,09	8,57	15,6	0,18	<0,009	1,60	0,048
		31.05.2012	17,2	7,83	7,73	<5,0	0,358	0,015	0,434	0,04
		5.09.2012	17,7	7,10	7,95	<5,0	0,20	0,012	0,285	<0,04
	а/мост около д. Жодишки	7.09.2011	16,9	11,0	8,09	4,8	0,16	<0,009	1,40	0,060
		29.05.2012	19,1	8,93	7,83	<5,0	0,180	<0,009	0,200	<0,04
	а/мост около д. Литвяны	5.09.2012	17,2	8,85	8,29	<5,0	0,20	<0,009	0,457	<0,04
Страча	ю.з. д. Ольховка	7.09.2011	16,2	9,30	7,91	1,2	0,16	<0,009	0,35	0,022
		31.05.2012	18,3	8,58	7,98	<5,0	0,216	<0,009	0,414	<0,04
		5.09.2012	17,9	7,98	8,09	<5,0	0,31	<0,009	0,240	<0,04
Сорочанка	д. Лоси	7.09.2011	17,9	6,70	7,46	3,6	0,16	<0,009	1,38	0,009
		31.05.2012	16,8	7,43	7,71	<5,0	0,394	<0,009	0,262	<0,04
		5.09.2012	17,8	6,02	7,81	<5,0	0,30	<0,009	0,156	<0,04
Дудка	д. Подольцы	7.09.2011	14,6	8,40	7,46	1,2	0,25	0,011	0,81	0,035
		30.05.2012	15,8	9,81	7,63	<5,0	0,323	0,021	0,843	<0,04
		5.09.2012	15,1	7,22	7,65	<5,0	0,24	<0,009	0,262	<0,04
Тартак	д. Тартак	7.09.2011	12,6	9,63	7,93	1,2	<0,078	0,016	2,84	0,024
		30.05.2012	-	-	8,02	<5,0	<0,078	<0,009	2,89	<0,04
		5.09.2012	11,03	9,11	7,99	<5,0	<0,078	<0,009	3,37	<0,04
Сенканка	д. Ворона	7.09.2011	14,7	8,25	7,73	0,8	0,093	0,025	1,47	0,048
		30.05.2012	14,5	7,81	7,78	<5,0	0,162	0,031	1,60	<0,04
		5.09.2012	15,8	8,52	7,90	<5,0	0,11	0,037	1,17	0,04
Гозовка	д. Ворняны	7.09.2011	17,7	5,15	7,57	2,8	0,43	0,014	0,31	0,022
		30.05.2012	18,2	8,1	7,80	5,4	0,162	0,027	1,04	<0,04
		5.09.2012	12,8	6,03	7,57	<5,0	1,04	0,131	1,72	0,08
Лоша	д. Гервяты	7.09.2011	17,7	9,15	8,14	5,6	0,11	0,012	0,90	0,060
		30.05.2012	17,5	8,12	7,96	7,0	0,127	0,019	0,780	<0,04
		5.09.2012	18,5	7,97	8,14	5,8	0,13	0,009	0,823	<0,04
Ратогол	д. Рачуны	7.09.2011	13,1	6,73	7,63	0,8	0,16	<0,009	0,79	0,050
		31.05.2012	12,6	9,54	7,79	<5,0	0,180	<0,009	1,08	<0,04
		5.09.2012	14,2	5,48	7,38	<5,0	0,09	<0,009	0,457	0,06

Река	Створ	Дата	Температура, град. С	Концентрация, мг/дм ³						
				Содержание кислорода, мг О ₂ /дм ³	рН	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Азот аммонийный, мг/дм ³	Азот нитритный, мг/дм ³	Азот нитратный, мг/дм ³	Фосфор фосфатный, мг/дм ³
Ошмян-ка	д. Рымдюны	7.09.2011	16,9	7,65	8,16	1,6	0,16	<0,009	0,20	0,037
		30.05.2012	17,7	7,67	7,92	7,4	0,180	<0,009	0,608	<0,04
		5.09.2012	18,4	8,36	8,12	<5,0	0,18	0,017	0,176	0,07
Оксна	г. Сморгонь	7.09.2011	16,6	8,59	7,78	2,0	0,23	0,027	0,55	0,020
		29.05.2012	19,8	7,85	7,90	7,4	0,216	<0,009	0,737	<0,04
		5.09.2012	17,8	8,02	7,88	5,6	0,11	0,035	0,565	<0,04
Под-дубянка	д. Ордея	7.09.2011	14,2	7,07	7,68	0,8	0,45	<0,009	0,11	0,016
		29.05.2012	19,0	6,90	7,67	<5,0	0,252	0,023	0,477	<0,04
		5.09.2012	14,8	6,48	7,84	<5,0	0,29	<0,009	0,737	<0,04

Особую проблему на малых водотоках бассейна р. Вилия создают поселения бобра речного. Их деятельность препятствует свободному проходу лососевых и также изменяет гидрологическое и гидрохимическое состояние водотоков.

Мероприятия по сохранению и увеличению численности лососевых рыб в бассейне р. Вилия

Исходя из анализа причин нынешнего критического состояния популяции лососевых, представляется необходимым:

- введение запрета на проектирование и строительство новых гидротехнических сооружений без рыбоходов;
- восстановление путей миграции лососевых видов рыб путем строительства рыбопропускных сооружений (рыбоходов) в створах существующих и реконструируемых гидротехнических сооружений на водотоках;
- регулярное проведение механической очистки русел от захламления и заиления;
- создание искусственных укрытий в местах нереста и нагульных участках водотоков;
- устройство укрытий для рыб, обеспечивающих оптимальное соотношение заводей и перекатов;
- организация благоприятного гидравлического, гидрологического и гидрохимического режимов на нерестопригодных водотоках;
- соблюдение режима хозяйственной деятельности на территории водоохраных зон и прибрежных полос, обеспечивающего предотвращение попадания загрязняющих и взвешенных веществ в водные объекты;
- организация в бассейнах рек особо охраняемых природных территорий, в пределах которых должна быть расположена сеть биостанций, полевых лабораторий, изучающих динамику популяции лососевых, взаимодействие между элементами экосистемы;
- усиление пропагандистской работы среди населения о недопущении вылова лососевых и организация их охраны, снижение фактора беспокойства рыб в нерестовый период;
- усиление борьбы с браконьерством.

Заключение

Как показали результаты исследований, критическое состояние популяции лососевых рыб вызвано рядом факторов, в основном антропогенного характера, к которым, в первую очередь, относится гидротехническое и гидромелиоративное строительство, ограничивающее проход лососевых на нерест.

Анализ современного состояния водотоков в бассейне реки Виляя показал, что наиболее благоприятными для нереста лососевых рыб являются реки Виляя, Страча, Сорочанка, Дудка, Тартак, Сенканка, Гозовка, Лоша, Ратагол, Ошмянка, Оксна, Поддубянка.

Сохранение проходных лососевых в реках Беларуси должно стать одним из приоритетных направлений природоохранной деятельности, которое вытекает из обязанности сторон, подписавших Конвенцию о биологическом разнообразии [3].

Осуществление комплекса мероприятий, включающих как строительство рыбопропускных сооружений, проведение рыбомелиоративных мероприятий, так и осуществление организационно-правовых действий, ужесточение борьбы с браконьерством, упорядочение хозяйственной деятельности в пределах водоохранных территорий обеспечит создание условий для миграции и нереста лососевых.

Список литературы

1. Ермолаев В.В., Плюта М.В. Лосось и кумжа – исчезающие виды ихтиофауны водоемов Беларуси // Материалы респ. научн. конф. «Красная книга Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы». – Витебск, 2002. – С. 96–98.
2. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь «О некоторых вопросах нормирования качества воды рыбохозяйственных водных объектов» от 8 мая 2007 г. № 43/42.
3. Конвенция ООН о биологическом разнообразии. Ведомасці Вярховнаго Савета Рэспублікі Беларусь, 1993, № 27, с. 347.

ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ

УДК 551.556(261.24)

ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА БЕРЕГАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ БАЛТИКА)

Бобыкина В.П., Стонт Ж.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук Атлантическое отделение (АО ИО РАН) г. Калининград, Российская Федерация
bobyval@mail.ru, ocean_stont@mail.ru

The analysis of the storm, as the most dangerous phenomena on the shores of the area are discussed. Considered causing their synoptic situation. Revealed positive trends maximum strength winds and increase repeatability most devastating northern winds. Contributes to the degradation of the coast of modern sea level rise in lagoons.

Введение

Калининградская область обладает огромными рекреационными ресурсами – почти на 150 км простирается морской берег. Это дюнные песчаные берега трансграничных Вислинской и Куршской кос (25 и 49 км, соответственно, в российском секторе) и около 73 км – обрывистые берега Самбийского п-ва. Самая западная точка полуострова – мыс Таран. От него к востоку берег имеет почти широтное простираение, к югу – меридиональное. Протяженность западного берега Самбийского полуострова составляет 37 км, северного – 36 км (рисунок 1).

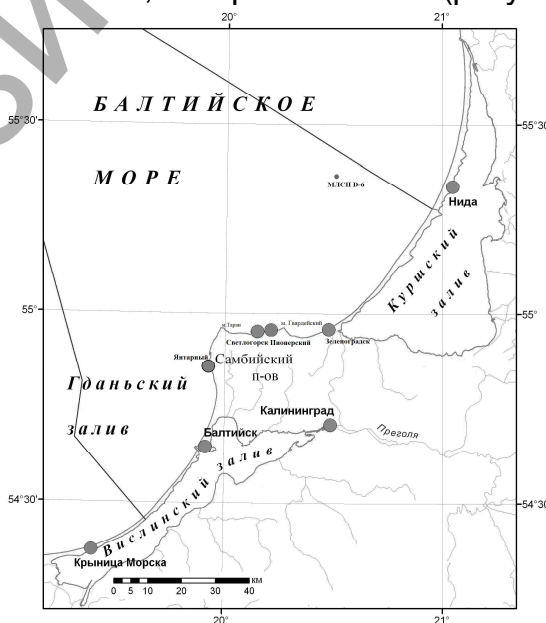


Рисунок 1 – Карта Калининградского побережья Юго-Восточной Балтики

Морской берег отнесен к особо охраняемым природным территориям (Куршская коса), или – к Приморской рекреационной зоне Самбийского п-ва и Вислинской косы. Северный берег Самбийского п-ва исторически является санаторно-оздоровительной зоной. Здесь сосредоточены крупные курортные города.

Берега являются наиболее динамичной системой. Их состояние зависит от целого ряда берегоформирующих процессов и факторов. Наибольшие изменения вызывают шторма. При этом разрушительная сила шторма на бесприливных берегах Балтики тесно связана с продолжительностью действия сильных ветров, сопровождающихся значительными повышениями уровня моря (ветроволновые нагоны) [1, 2, 3, 4]. Но в этих работах отсутствует анализ условий их формирования и прохождения.

Отмечается, что в последние четверть века увеличились повторяемость и число сильных штормов [5]. Последние особенно разрушительные штормы были отмечены, например, в 1983, 1999, 2005, 2007, 2012 гг. Большая часть отнесена к катастрофическим.

Показателен шторм 2012 г. Зимний период 2011–2012 гг. отличался повышенной циклонической активностью. 26–28 ноября 2011 г. акватория ЮВ Балтики оказалась под влиянием активного подвижного циклона, который переместился с Атлантики на юг Швеции и обусловил ветреную погоду. Ветер западных румбов постепенно достиг силы штормового, и в ночь на 28-е ноября была измерена скорость 29 м/с, что соответствует 11 баллам по шкале Бофорта. В порывах ветер достигал ураганной силы – 37 м/с. Продолжительность шторма составила ~40 часов. Вероятность измерения такой скорости в ноябре составляет < 0,1 % [6]. Резко поднялся уровень до 80 см и затем колебался около отметки 60 см (рисунок 2). В декабре штормовая активность усилилась, было отмечено 10 штормов со скоростью ветра до 20 м/с преимущественно южных и западных румбов (S-SW-W) продолжительностью до 2-х суток.

В январе 2012 г. циклоны по-прежнему определяли штормовую погоду в Юго-Восточной Балтике. 12 января очередной циклон, согласно ведущим потокам, «нырнул» в район Ботнического залива, а 13 января его центр оказался в Ленинградской области. Калининградская область оказалась на северо-западной периферии этого циклона; ветер северных румбов (NW-N) усилился до шторма. Продолжительность шторма составила 36 часов. Наблюдался ветер северных румбов с порывами 28 м/с. Расчетная вероятность появления такого ветра от северных румбов составляет менее 0,1 % [6]. Уровень при нагонных ветрах северных румбов поднялся до отметки 140–160 см (рисунок 2).

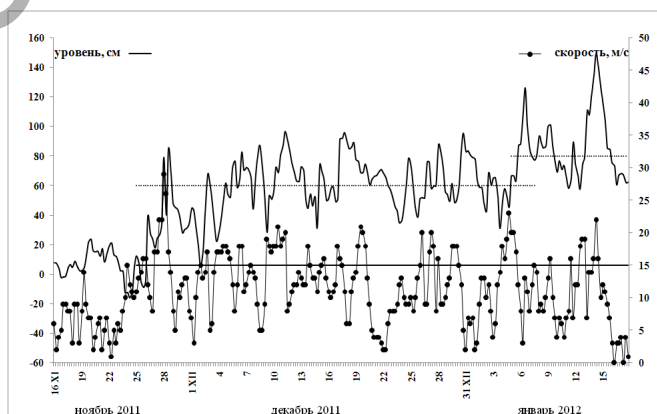


Рисунок 2 -ход уровня (Kryniza Morska, Польша) [7] и скорости ветра (МЛСП D-6) в зимний период 2011–2012 гг. у берегов Калининградской области

Сформировалось волнение высотой до 5–6 м от севера. При высоком уровне, соответствующем высоте пляжей, в течение 1,5 суток волны, подходя по нормали к северному берегу Самбийского полуострова, вызвали активное разрушение берегов и полностью смыли пляжи от м. Таран до Куршской косы. Большая часть их не восстановилась спустя год. Были значительно разрушены берегозащитные конструкции, променады в курортных городах. На косах смыло до 6 м морского склона авандюны, наблюдались прорывы авандюны и затопление поселений (Вислинская коса) или близлежащих лесных массивов (Куршская коса).

Для прогноза опасных, катастрофических ситуаций проведен анализ ветро-волнового режима в Юго-Восточной Балтике по данным метеомониторинга, проводимого в рамках экологического мониторинга Кравцовского нефтяного месторождения (МЛСП D-6).

Главные черты поля ветра в Юго-Восточной Балтике заключаются в преобладании ветров западных румбов с увеличением их скорости в холодный период года. Это обусловлено географическими особенностями региона. Отсутствие орографических препятствий способствует транзиту атлантических циклонов, что и определяет распределение ветров по акватории и режим ветра в целом [8]. Именно эти циклонические вихри вызывают возникновение критических ситуаций на калининградском побережье Балтийского моря.

Расчет трендов для максимальной скорости ветра (скорость $\geq 15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$) в Юго-Восточной Балтике за период 2006–2012 гг. показал некоторое повышение – тренд $+0,2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}/\text{год}$ для скоростей $\geq 15 \text{ м}/\text{с}$, соответствующее трендовое приращение $+1,4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}/\text{период}$. При этом количество дней с сильными ветрами за этот период увеличилось – тренд $+0,7$ дней в год, приращение составило 5 дней.

Произошли изменения и в структуре основных направлений: количество преобладающих юго-западных ветров уменьшилось, также уменьшилось количество северо-восточных и восточных ветров, которые по силе редко относятся к штормовым. Но увеличилось количество ветров северных румбов: приращение северо-западных ветров составило 2,3 % и северных 0,3 % за 2004–2012 гг.

В связи с наблюдаемыми тенденциями в изменениях скорости и направлении ветров, увеличении частоты штормов, можно ожидать увеличения повторяемости разрушительных штормов, вызванных северными ветрами. Вызванные ими волны имеют максимальную длину разгона (около 1000 км) и обладают высокой потенциальной энергией.

Рассмотрены синоптические ситуации возникновения штормов, влияющих на берега, и последствия волно-ветрового воздействия на Калининградское побережье в зависимости от траектории циклонов. Выделены «западные», «южные» и «ныряющие» циклоны, определяющие особенности штормовых разрушений разных участков берега.

К опасным явлениям следует также отнести устойчивое повышение уровня в море и в заливах.

Подъем уровня по наблюдаемым данным, выявленный в XX-м столетии у побережья ряда стран Балтийского моря, составил в море и заливах 1–2 мм/год [9, 10, 11 и др.]. Интенсификация этого процесса отмечена во 2-й половине прошлого столетия. Темп роста составил, например, на море 2.3 мм/год, в Вислинском и Куршском заливах (период 1961–2008 гг.) – 3.8–3.9 мм/год [12]. В последние

десятилетия расчеты по средним годовым данным показывают, что общий подъем уровня продолжается с еще большей скоростью – 5–10 мм/год, как в лагунах, так и на морском побережье [13].

С отмеченными опасными явлениями связана устойчивая деградация берегов области как со стороны моря [14, 15, 16], так и в Куршском и Вислинском заливах [17, 18].

Список литературы

1. Зенкович, В.П. Основы учения о развитии морских берегов / В.П. Зенкович // М., 1962. – 710 с.
2. Болдырев, В.Л. Штормовая переработка берегов Калининградского побережья Балтийского моря / В.Л. Болдырев, В.М. Лащенко, О.И. Рябкова // Вопросы берегов и палеогеографии Балтийского моря. – Т. 1. – Вильнюс, 1990. – С. 97–127.
3. Кирлис, В.И. Воздействие ураганных (экстремальных) штормов на отмельные песчаные берега юго-восточной части Балтики / В.И. Кирлис // Вопросы динамики берегов и палеогеографии Балтийского моря. – Т. 1. – Ч. 1. – Вильнюс, 1990. – С. 83–96.
4. Шуйский, Ю.Д. О воздействии сильных штормов на песчаные берега Восточной Балтики / Ю.Д. Шуйский // Океанология. – 1969. – Т. 9. – Вып. 3. – С. 61–67.
5. Болдырев, В.Л. Динамика береговых процессов на Калининградском побережье Балтийского моря / В.Л. Болдырев, О.И. Рябкова // Известия РГО. – Т. 133. – Вып. 5. – С. 41–49.
6. Справочник по климату СССР. – Вып. 6: Литовская ССР и Калининградская обл. РСФСР. – Часть 3: Ветер. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 92 с.
7. <http://model.ocean.univ.gda.pl/> – дата обращения 15 февраля 2012 г.
8. Абрамов, Р.В. «Витязь» и «Балтийская коса». Погода и экологическая обстановка 1997–2002 гг. Данные лаборатории морской метеорологии АО ИО РАН / Р.В. Абрамов, Ж.И. Стонт // Отв. редактор Е.В. Краснов. – Калининград, 2004. – С. 22.
9. Dailidienė, I. Sea level variability at the Lithuanian coast of the Baltic Sea / I. Dailidienė, L. Davulienė, B. Tilickis, A. Stankevicius, K. Myrberg // Boreal environment research. – 2006. – № 11. – P. 109–121.
10. Prussak, Z. Potential implications of sea-level rise for Poland / Z. Prussak, E. Zawadzka // Journal of Coastal Research. – 2008. – 24 (2). – P. 410–422.
11. Sustainable development indicators for integrative coastal zone management of the South-East Baltic. (2008) С. Gilbert (Ed.). Drukarnia WL. Gdansk. – 164 p.
12. Навроцкая, С.Е. Сравнение средних и экстремальных уровней в Балтийском проливе и устье реки Преголи (Калининградский залив) за период 1901–2006 гг.) / С.Е. Навроцкая, Б.В. Чубаренко // Известия РГО. – СПб: Наука. – Т. 143. – 2011. – Вып. 4. – С. 75–80.
13. Dailidienė, I. Long term water level and surface temperature changes in the lagoons of the South and East Baltic. / I. Dailidienė, H. Baudler, B. Chubarenko, S. Navrotskaya // Oceanologia. – 2011. – 53 (TI). – P. 1–16.
14. Бобыкина, В.П. Тенденция развития берегов Калининградской области по пятилетним данным мониторинга. / В.П. Бобыкина, В.Л. Болдырев // Ученые записки Русского географического общества (Калининградское отделение). – Т. 7. – Ч. 1. – 2008 (CD-ROM версия). – С. Q1–Q3.
15. Boldyrev, V. The Coasts of the Vistula and Curonian Spits As Transboundary Territory / V. Boldyrev, V. Bobykina // In Chubarenko B.V. (Ed). Transboundary waters and basins in the South-Eastern Baltic. – Kalininhgrad: Terra Baltica, 2008. – P. 226–238.

16. Bobykina V. Present state of the Vistula lagoon coast as the coastal ecosystem's component / V.P. Bobykina, V.L. Boldyrev // Estuarine ecosystems: structure, function and management (Abstracts). – Kaliningrad-Svetlogorsk, 16–22 September 2007. – P. 15–16.

17. Коробова, И.Я. Исключительный шторм 17–18 октября 1967 г. и его влияние на режим Клайпедского подходного канала / И.Я. Коробова // Океанология. – 1969. – Т. IX, Вып. 6. – С. 1124 – 1127.

18. Бадюкова, Е.Н. Особенности современной динамики лагунных берегов Куршской косы, юго-восток Балтики / Е.Н. Бадюкова, Л.А. Жиндарев, С.А. Лукьянова, Г.Д. Соловьева, В.В. Щербина // Создание искусственных пляжей, островов и других сооружений в береговой зоне морей, озер и водохранилищ: Труды Междунар. Конф. «Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и акватории водоемов», Новосибирск, 20–25 июля 2009 г. (отв. редактор Ф.Ш. Хабидов) – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – С. 124–130.

УДК 504.005+631.61(476)

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЕГРАДАЦИИ БОЛОТ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Брилевский М.Н., Бакарасов В.А., Гагина Н.В.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь, bryleuski@mail.ru, V_Bakarasov@tut.by, nata-gagina@yandex.ru

Environmental risks of bogs degradation at Belarusian Polesye are related mainly to the large-scale land melioration. As a result, the meliorative development of territory has led to essential reduction of the bogs area. Vast areas of intensive meliorative development had been generated in Belarusian Polesye by present. According to environmental risks of bogs degradation the regions are divided into 3 groups (regions with high, average and low levels of environmental risks).

Концепция риска в настоящее время выступает в качестве универсального исследовательского инструмента.

Согласно современным представлениям, риск рассматривается как функция двух переменных – вероятности (частоты) проявлений и последствий нежелательного события [1, 2]. При этом, риск требуется выявлять и оценивать, не дожидаясь последствий, т.е. влияний уже реализованного риска на природную среду. Под экологическим риском нами понимается вероятностная мера экологической опасности, установленная для определенного объекта природы, экономики или человека в виде как самой вероятности реализации неблагоприятного исхода, так и в виде возможных потерь и ущербов [3]. При этом, оценка экологического риска – это процесс выявления вероятности образования обратимых или необратимых изменений как в отдельных природных компонентах, так и в ландшафте в целом.

Экологические риски Республики Беларусь можно разделить на внешние, внутренние и специфические. К числу внешних относятся экологические риски,

связанные с глобальным изменением климата, трансграничным переносом загрязняющих веществ и размещением экологоопасных объектов вблизи границ Беларуси. Внутренние экологические риски инициированы совокупностью экономических, технологических, территориально-планировочных и иных причин. Кроме того, для Республики Беларусь характерны специфические экологические риски, связанные с региональными экологическими проблемами. Это – экологические риски радиоактивного загрязнения территории в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, экологические риски деградации болот Белорусского Полесья, экологические риски деградации природной среды в зонах влияния калийных производств (Солигорский горно-промышленный район) [3].

Экологические риски деградации болот Белорусского Полесья связаны, главным образом, с проведением широкомасштабной осушительной мелиорации. Наиболее активно она велась с середины 1960-х до начала 1990-х годов. Затем, темпы ее снизились. В результате, мелиоративное освоение заболоченных территории привело к существенному сокращению площади самих болот. Так, до начала широкомасштабной мелиорации общая площадь болот в Беларуси составляла более 2,9 млн. га или 14,2 % территории страны. В настоящее время, в результате осушения или добычи торфа, в стране нарушено более 1,2 млн. га болот и этот процесс продолжается [4]. В наибольшей степени осушительная мелиорация затронула Белорусское Полесье. К настоящему времени здесь сформировались обширные площади интенсивного мелиоративного освоения. В некоторых районах (Любанский, Лунинецкий, Пинский, Пружанский, Ганцевичский, Житковичский, Калинковичский и др.) осушенные земли занимают до 70 % и более сельхозугодий.

На всей территории Белорусского Полесья прослеживается следующая схема хода трансформации (в том числе и деградации) осушаемых природных комплексов: изменение режима почвенно-грунтовых вод – водно-воздушного режима почв – почвообразовательных процессов и свойств почв – микроклимата – состава растительного и животного мира – микро- и мезорельефа. При этом, горизонтальные размеры действия осушительной мелиорации определяются многими факторами, например, глубиной дренажа, расстоянием между закрытыми / открытыми дренами регулирующей сети и каналами проводящей сети, типом регулирования, литологическим составом пород, мощностью водоносного слоя, уклонами рельефа, сезонными погодными условиями, свойствами природных комплексов на прилегающей территории и т.д.

Известно, что осушение болотных комплексов приводит к изменению гидрологического режима территории, сведению естественной растительности, фрагментации естественных ландшафтов, замене сложных природных лесоболотных комплексов на сельскохозяйственные угодья с коротким вегетационным периодом. В свою очередь, понижение уровня грунтовых вод после осушения, сведения болотной растительности, распашка почв обуславливают проявление ветровой и водной эрозии, и, как следствие, деградацию почвенного покрова. При этом, на месте торфяных почв с высоким потенциальным плодородием образуются антропогенные минеральные почвенные комплексы с низким плодородием и экологической неустойчивостью.

Факторы экологического риска деградации болотных комплексов Белорусского Полесья можно разделить на внешние и внутренние. К внешним факторам экологического риска и опасности относятся климатические факторы,

инициирующие природные опасности. Так, экологические риски, деградации полесских болот связаны с увеличением в Беларуси среднегодовых температур за период инструментальных наблюдений (с 1881 г.) на $1,1^{\circ}\text{C}$, а также – с выпадением количества осадков на 10–15 % (на 60–80 мм), особенно на юге страны, прежде всего весной и во второй половине лета (август) [4].

В результате увеличилась в Белорусском Полесье повторяемость неблагоприятных для сельского хозяйства экстремальных климатических явлений, например, засух и заморозков. Соответственно, все чаще стали наблюдаться засухи во время вегетации растений. Результатом осушительной мелиорации стал и тот факт, что, начиная с 1985 г., количество заморозков на севере и юге Беларуси выровнялось, хотя до широкомасштабной мелиорации на севере было в 2,2 раза большим. При этом особенно подвержены заморозкам торфяные почвы. Они наблюдаются здесь в 2 раза чаще, чем на минеральных. Заморозки на торфяниках случаются даже в июне, причем, каждые 2–3 года, в то время как, на минеральных почвах – один раз в 20–50 лет [5].

Необходимо отметить, что внешние факторы экологического риска с наибольшей вероятностью реализуются в том случае, если этому способствуют внутренние свойства самого объекта, то есть имеются внутренние опасности (или угрозы). Такими внутренними угрозами при проведении осушительной мелиорации Белорусского Полесья являются осушаемые торфяные почвы, которые в настоящее время используются в основном в сельскохозяйственных целях; поскольку, малая мощность торфяного горизонта и подстиление его породами легкого гранулометрического состава способствует скорейшей деградации болотных комплексов.

Экологические риски деградации природных компонентов Белорусского Полесья связаны с тем, что в результате понижения уровня грунтовых вод у осушенных почв происходит быстрое изменение водно-физических свойств: уменьшается влажность, полная и капиллярная влагоемкость, запасы продуктивной влаги. Особенно быстро они ухудшаются в первые 3 – 5 лет после осушения. В торфяных мелиорированных почвах снижается содержание азота, обменных форм кальция и магния. Основным негативным проявлением изменения почв является сработка торфа, которая составляет в среднем 1–3 см в год, но в отдельных случаях может достигать 11 см в год. В весовых единицах в результате сработки отмечаются потери торфа от 3 до 20 т/га. В минеральных осушенных почвах происходит резкое снижение содержания гумуса. Общие потери органического вещества за 1986–2006 гг. по расчетам экспертов составили 85 млн т., а к 2026 г. предполагается увеличение до 200 млн т. Мощность торфа за этот период снизится на 20–40 см. При этом в Беларуси, в основном в Полесье, только за последние несколько десятилетий полностью деградировано более 200 тыс. га торфяных почв. Образовались антропогенные минеральные постторфяные почвы. По прогнозам к 2015 г. площадь таких почв увеличится почти вдвое и составит около 400 тыс. га. Уменьшение площади болот, деградация осушенных торфяников влекут за собой экологические и экономические последствия [4].

Осушение болот и минерализация торфа на мелиорированных землях увеличили риски загрязнения водных объектов. Так, по расчетам специалистов с осушенных болот Полесья в реки Припять и Днепр ежегодно поступает около 1,5 млн т. минеральных и до 700 тыс т. водорастворимых органических

веществ. В результате осушительной мелиорации увеличивается минерализация почвенно-грунтовых вод с 70–80 мг/л до 300–450 мг/л, в 1,5 раза повышается содержание сульфат-ионов, в 2–2,5 раза – ионов натрия и хлор-ионов, в 4,5 – ионов калия [4].

В результате осушительной мелиорации в Белорусском Полесье, где распространены почвы легкого механического состава, а также торфяные почвы, усилился дефляционный риск. Этому способствовало появление больших по площади открытых пространств с пахотными угодьями, не имеющими лесополос или островных лесных массивов, которые могли бы гасить скорость ветра и понижать дефляционную опасность. Как результат – образование антропогенных песчаных почв на месте бывших торфяных, которые в настоящее время проявляются в виде небольших массивов среди мелиорированных торфяников. При этом, количество очагов деградации торфяных почв постоянно увеличивается.

К внешним факторам экологических рисков деградации болот, вместе с климатом, относится антропогенная деятельность, в частности, осушительная мелиорация, провоцирующая природные опасности. В настоящее время деградация болотных ландшафтов под влиянием осушительной мелиорации как реализовавшееся событие охватывает в Белорусском Полесье значительные площади. Экологические риск-ситуации уже сложились в большинстве районов Брестской, в южных и юго-западных районах Минской и в восточных районах Гомельской областей.

В проведенном исследовании на основе совмещения внутреннего (удельный вес дефляционноопасных земель) фактора и внешнего фактора (удельный вес осушительных земель) для административных районов Белорусского Полесья проведен риск-анализ, на основе которого каждому административному району присвоен индекс (балл) экологического риска деградации болот. При этом, для каждого административного района (при условии, что более 50 % его территории относится к физико-географической провинции Белорусское Полесье) рассчитывается общий балл, характеризующий территорию района с точки зрения наличия дефляционноопасных земель и осушенных земель как факторов экологических рисков деградации болот в административном районе. При этом, чем выше общий балл (или удельный вес анализируемых внутренних и внешних факторов), тем значительнее потенциальная опасность реализации экологических рисков в районе. Таким образом, в виде балльной оценки была выполнена сравнительная характеристика административных районов по внешним и внутренним факторам экологического риска в Белорусском Полесье.

Алгоритм присвоения баллов следующий. Диапазон изменения показателей, характеризующих внутренние (природно-экологические) и внешние (антропогенные) факторы деградации болот, разделялся на три части, которым соответствовали уровни экологического риска – низкий, средний и высокий. По критерию (показателю) удельного веса дефляционноопасных земель выделены административные районы с низким уровнем экологического риска, где удельный вес дефляционноопасных земель составляет 40–59 % сельскохозяйственных земель в районе, средним – 60–79 % и высоким – 80 % и более дефляционноопасных сельскохозяйственных земель. Соответственно, административные районы с удельным весом осушенных сельскохозяйственных земель в районе 20–39 % отнесены к категории районов с низким уровнем эколо-

гического риска, районы – с удельным весом осушенных земель 40–59 % – к районам среднего уровня экологического риска, а районы в 80 % и более – соответственно, к районам высокого уровня экологического риска.

Установлена зависимость проявления экологического риска деградации болот от природно-экологических (внутренних) факторов, прежде всего, удельного веса дефляционноопасных земель и гранулометрического состава почвообразующих пород, а также от антропогенных (внешних) факторов – мелиоративной освоенности территории (удельный вес осушенных земель).

Сопряженный анализ указанных факторов показал, что высокий уровень экологического риска характерен для Малоритского, Лунинецкого, Ганцевичского, Октябрьского районов, которые характеризуются наибольшими показателями удельных площадей дефляционноопасных земель (от 80 % и более) и максимальной мелиоративной освоенностью территории (более 60 %). К этой же категории экологического риска относятся административные районы, которые характеризуются максимальной мелиоративной освоенностью территории (осушенные сельскохозяйственные земли в этих районах составляют более 60 %) и средним уровнем удельного веса осушенных земель (60–79 %). Это – Кобринский, Пинский, Любанский, Ельский, Лельчицкий районы, а также Калинковичский район с высоким уровнем дефляционноопасных земель (80 %) и средним уровнем осушенных земель (53,3 %).

Средний экологический риск фиксируется в пределах Жабинковского, Березовского, Дрогиченского, Ивановского, Ивацевичского, Светлогорского, Хойникского, Житковичского, Наровлянского, Петриковского районов, для которых свойственны средние для региона показатели мелиоративной освоенности территории и удельного веса дефляционноопасных земель. В эту же категорию попадают районы со средним уровнем дефляционноопасных земель (60–79 %) и относительно низким уровнем мелиоративной освоенности – от 40 до 59 % (Брестский, Каменецкий, Гомельский, Мозырский), а также районы со средним уровнем дефляционноопасных земель и низким уровнем мелиоративной освоенности (Столинский, Солигорский, Речицкий).

Наименьший уровень экологических рисков характерен для Брагинского, Добрушского, Жлобинского и Лоевского районов, благодаря невысокому в этих районах удельному весу дефляционноопасных сельскохозяйственных земель (40–59 %) и сравнительно низкому удельному весу осушенных сельскохозяйственных земель (20–39 %).

При этом, необходимо отметить, что сам по себе высокий уровень осушенности земель в районах, по-видимому, нельзя считать фактором экологического риска. Однако, при несоблюдении природоохранных требований в процессе строительства и, особенно, при эксплуатации мелиоративных систем, безусловно, уровень осушенности влияет на вероятность возникновения различных экологических риск-ситуаций, а в сочетании со значительным распространением в Белорусском Полесье почв легкого механического состава, т.е., в этом случае можно говорить о начале формирования на территории Белорусского Полесья региональной общеевропейской зоны экологического риска [4].

Таким образом, предлагаемая схема анализа экологических рисков деградации болот в Белорусском Полесье позволяет предварительно оценить особенности их пространственного проявления с учетом специфики экологических проблем региона, а также посредством дальнейшего эффективного

управления экологическим риском добиться максимального снижения негативного воздействия на природную среду водосборов административных территорий и на качество жизни населения.

Список литературы

1. Деревяго, И. П. Менеджмент риска и страхования / И. П. Деревяго. – Минск: Тетрасистемс, 2009. – 112 с.
2. Давыдова, Р.Т. Понятие, признаки, критерии, виды и особенности экологических рисков /Р.Т. Давыдова //Управление риском. – М. 2009. № 2. – С. 36–43.
3. Экологическая политика Республики Беларусь и экологические риски : пособие для высш. учеб. заведений по специальности «Геоэкология» / А.Н. Витченко [и др.] ; под ред. А.Н. Витченко. – Минск : Изд. центр БГУ, 2011. – 110 с.
4. Охранная грамота родной природы, 50 лет /М. Н. Брилевский [и др.]. – Минск: Рифтур, 2010. – 200 с.
5. Изменение климата Беларуси и их последствия /В.Ф. Логинов [и др.]; под общ. ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Тонпик, 2003. – 340 с.

УДК 642.042.41

ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИ ПРЕВЫШЕНИИ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ НА КРЫШУ

Винник Н.С., Матюх С.А., Морозова В.А.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, ng@bstu.by

The building norms on the snow loading which exist in the Republic of Belarus are briefly analyzes in this article. The problems arising from excess of snow loading on a roof, and ways of their decision are considered.

Введение

Снеговая нагрузка – одна из наиболее изменчивых нагрузок, воздействующих на строительные конструкции. Для нее характерны изменения, как в пространстве, так и во времени, что можно наблюдать и в течение одного зимнего сезона, и в разные годы.

Снег для Республики Беларусь явление обыкновенное, но от этого он не перестает оставаться грозной стихией. В зимнюю пору нередко повреждаются льдом крыши, которые потом приходится ремонтировать. Снег приносит много хлопот, но на сегодняшний день уже сложились цивилизованные методы борьбы с ним.

Ежегодно регистрируются случаи разрушения и повреждения кровель зданий, вызванные выпадением и перераспределением снега на них. Это не только наносит материальный ущерб, но и приводит к человеческим жертвам. Накопление снега на крышах также приводит к образованию снежных карнизов, обрушение которых представляет серьезную опасность для жизни людей и припаркованного вблизи зданий транспорта.

В ряде случаев обрушение зданий и сооружений под воздействием снеговых нагрузок связано с изношенностью строительных конструкций, а накопление снега на их крышах становится дополнительным фактором для этого. Однако, в большинстве случаев подобные аварийные ситуации возникают в результате недоучета величин снеговых нагрузок при проектировании объектов.

Накопление новой статистической информации, касающейся климатических воздействий, разработка на их основе единой карты снеговых районов, внесённой в EN 1991–1–3 [2], участившиеся случаи отказа строительных конструкций, в связи с действием снеговых нагрузок – привели к существенной переработке нормирования нагрузок. Европейские нормы EN 1991–1–3 [2] разработаны подкомитетом № 1 Технического комитета 250 (TC 250/SC1) Европейского комитета по нормированию (CEN). В состав рабочей группы входили представители 6 стран из 18 членов CEN (Франция, Германия, Норвегия, Швейцария, Великобритания, Италия).

Изменены нормативные значения снеговых нагрузок для Республики Беларусь, и для стран, граничащих с ней – Украины, Польши, Литвы, России. При этом нормативные значения снеговой нагрузки существенно возросли по сравнению с теми, что были приняты в [1] (для стран бывшего СССР) или в [4] (для Польши).

Увеличение снеговой нагрузки по нормам, введенным в действие в последние 10 лет, составляет в среднем 30%, а в некоторых регионах достигает 70%, по сравнению с ранее действовавшими нормами. Ещё до введения новых норм [3] нормативные снеговые нагрузки для Польши были более высокими, чем для приграничных регионов СССР.

Причиной различия в нормативных значениях снеговых нагрузок являлись и методологические подходы. Вероятностному анализу подвергали толщину снегового покрова на горизонтальной поверхности земли, а нормативную нагрузку определяли умножением нормативной толщины снегового покрова с периодом повторяемости 5 лет на среднее значение объёмного веса снега, равного 2,45 кН/м³, полученного по измерениям на станциях (через водный эквивалент снега). Такой подход был обусловлен ещё и тем обстоятельством, что практически до 1975 года на метеорологических станциях не определяли плотность снега.

Серия аварий, прокатившихся по Европе в 2004 – 2006 гг., изменения в нормировании и необходимость проведения оценки технического состояния существующих зданий, заставляют более пристально взглянуть на проблему нормирования снеговых нагрузок и в Республике Беларусь.

С 1 января 2008 года на территории Республики Беларусь действуют два базовых европейских нормативных документа (СТБ EN 1990–2007 «Еврокод: Основы проектирования несущих конструкций» и СТБ EN 1991–1–2007 «Еврокод 1: Воздействия на несущие конструкции», утвержденные постановлением Госстандарта от 18.07.2007 №38), нормирование снеговых нагрузок должно строиться на основе применения их базовых принципов.

При введении общеевропейских документов к СТБ EN 1991 должно быть составлено национальное приложение, содержащее требования по нормированию климатических воздействий для территории Республики Беларусь.

Минимизировать последствия снежной стихии можно уже на стадии проектирования, если учитывать климатические условия региона. Основное внимание при этом уделяется крыше, открытым площадкам, входной зоне и путям передвижения по участку.

При возведении любой строительной конструкции важно учитывать снеговые нагрузки. В областях, для которых мокрый снег и чередование заморозков и оттепелей обычное явление, на крышах следует устанавливать снегозадержатели и следить за состоянием водостоков.

Снег на крыше, кроме оказания нагрузки, может приводить к протечкам. Если на скате образуется полоса наледи, то она становится препятствием для свободного стока воды, образующейся при таянии снега. В результате, вода попадает под кровельное покрытие, и если там нет дополнительной гидроизоляции, то намокает перекрытие верхнего этажа. На потолке образуются мокрые пятна, плесень, обваливается штукатурка и т.д. Поэтому, в наиболее снежных районах, чтобы осадки не задерживались на крыше и не перегружали конструкцию, скаты делают максимально покатыми.

Другая проблема, которая приходит со снегом, – образование большого количества воды вокруг дома во время оттепели. При похолодании эта вода замерзает и превращается в лед, по которому небезопасно передвигаться.

В зимний период снег выпадает в небольших количествах, но все чаще выпадают рекордные количества мокрого снега, который быстро тает, а ночью может замерзнуть и превратиться в свисающие с карнизов глыбы льда (рисунок 1).

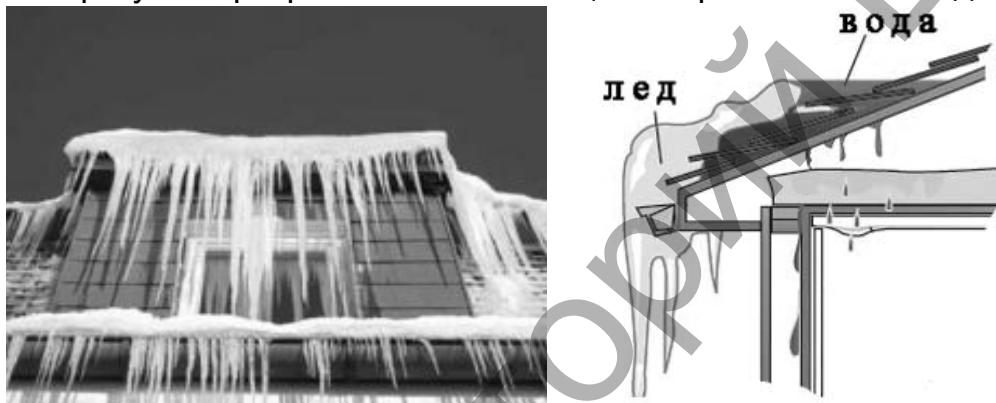


Рисунок 1 – Глыбы льда, свисающие с карнизов крыш

Помимо того, что снег на крыше даже в морозный день испаряется (до 5% от общей массы). При этом, в самом снежном слое происходят различные структурные изменения. Снег может слеживаться, покрываться настом, сдуваться ветром, сползать и таять. От этого могут возникать следующие проблемы:

- нагрузка при большом слое снега на несущие конструкции здания может возрастать в разы. При превышении расчетной нагрузки, стропильная система начинает деформироваться, следствием чего становится разрыв гидроизоляции, а в худшем случае – обрушение конструкции крыши;

- на крышах сложной формы в ендовах, на переломах, в примыканиях кровли к вертикальным конструкциям образуются «снежные мешки», которые создают неравномерную нагрузку, превышающую расчетную. Результат тот же, что и в первом случае;

- снежная масса, сползая, собирается у краев крыши и может сойти вниз в любой момент. Падающие массы снега обладают серьезной разрушительной силой;

- наледь, образующаяся при периодическом переходе через 0°C, способна повредить кровельное покрытие. Больше всего таким повреждениям подвержены ендовы и места скопления большого количества снега;

- образование сосулек и их падение на ниже находящиеся конструкции. Угроза для жильцов;

- деформация водосточной системы. Ее обрушение из-за недостаточно надежного крепления. Повреждение водостоков ледяными пробками.

При стремлении избежать вышеперечисленных проблем, необходимо максимально утеплить крышу, особенно скаты при наличии жилой мансарды. Если чердак холодный, то утеплять нужно перекрытие. Крыши холодных чердаков значительно менее уязвимы.

Очистка крыши от снега вручную может решить много проблем, но делать это не рекомендуется из соображений безопасности. Разве что в самых крайних случаях. Лучше проектировать крышу так, чтобы необходимость в ручной очистке не возникала.

Чем круче скат крыши, тем меньший слой снега на ней образуется. В регионах, где выпадает много снега, скаты крыш наклоняют под углом 45–60°. Нет необходимости такие крыши очищать от снега, поскольку снег на них не задерживается. Соответственно, и давление снежных масс на конструкцию крыши оказывается небольшое.

Специалисты не рекомендуют строить дома со сложными крышами в районах, где снега выпадает много и лежит он долго. Причина тому – образование снежных мешков и неравномерная нагрузка на стропильную систему.

Однако, крутые крыши не стоит делать там, где не выпадает много снега, поскольку обходятся они дороже пологих. Во избежание лавинного схода снега со скатов крыш, наклоненных менее 45°, устанавливают снегозадержатели – барьеры высотой около 15 см.

Чтобы избежать наледи и сосулек на карнизах, наиболее эффективно устроить электрический кабельный обогрев (рисунок 2). Нагревательный кабель укладывают зигзагом, полосой 30–50 см, по периметру крыши непосредственно перед водостоком. Обогрев особенно необходим недостаточно утепленным крышам, на которых образуется много наледи. Кабельный подогрев может управляться вручную или автоматически.



Рисунок 2 – Электрический кабельный подогрев на крыше

Чтобы вода без проблем отводилась с крыши зимой, необходимо спроектировать ее без изгибов у карниза. Ледяная пробка чаще всего образуется на горизонтальных участках в районе изгибов. Когда вода начинает переливать через желоба, образуются тяжелые сосульки.

При аномальных снегопадах нагрузка снежного слоя на крыше может превысить расчетную и тогда единственным способом спасти несущую конструкцию является удаление снега вручную.

Свежевыпавший снег весит около 100 кг/м³, а мокрый – до 200–300 кг/м³. Исходя из этих данных, можно рассчитать вес снежного покрова, зная его толщину и площадь. Таким образом, сухая снежная шапка высотой 0,5 м ока-

жет нагрузку в 50 кг/м^2 . При этом, необязательно лезть на крышу и измерять снежный покров. Это можно сделать во дворе на открытом участке. Величину снежного покрова следует умножить на 1,5 (коэффициент запаса). Если крыша построена с учетом региональных климатических особенностей, то она рассчитана на нормативные для данного региона снеговые нагрузки. Следовательно, необходимо знать эти нормативы, а еще лучше сразу спросить проектировщика на какую снеговую нагрузку он рассчитывает конструкцию крыши. Если это 50 кг/м^2 , то при метровом слое снежного покрова необходимо убрать с крыши минимум половину снега. При этом, нужно стараться, чтобы толщина покрова была равномерной.

На горизонтальных участках, которыми являются плоские крыши, балконы, уровневые террасы и т.п., скапливается максимальное количество снега. Толковый проектировщик обязательно обеспечит достаточный запас прочности несущим конструкциям, поэтому, в уборке снега необходимости не будет. Напротив, снежная шапка обеспечит дополнительную теплоизоляцию. А вот балконы, при больших скоплениях снега очищать необходимо. Дело в том, что помимо большой нагрузки, снег может навредить увлажнением в местах примыкания к стенам дома.

Плоские крыши не рекомендуется строить в регионах, для которых характерны большие количества снежных осадков (рисунок 3).



Рисунок 3 – Снежный покров на плоских крышах

Количество снега на крыше может быть чрезмерно большим, если снегопад пройдет в безветренную погоду, то и снежная шапка на плоской кровле будет иметь форму купола. В ее центре нагрузка на перекрытие может возрасти до 1000 кг/м^2 , на которую оно вряд ли рассчитано.

Для плоской крыши важно иметь подогреваемый внутренний водосток. Уклон в его сторону создается не менее 2%.

Ограждение балконов и уровневых террас обязательно должно иметь водоотводные отверстия. В местах примыкания балконной плиты или террасы к стене дома, гидроизоляция должна выходить на нее не менее чем на 15 см. Балконная дверь обязательно делается с порогом высотой 8–10 см.

Широкие свесы крыши хорошо защищают стены и фундамент от дождевых осадков, но мало помогают при снегопадах. Образование наметов и сугробов у самих стен – обычное дело. Поскольку утечки тепла присутствуют при любом утеплении, стены начнут подогревать снег, чем вызовут его таяние. В результате вода течет по стенам и проникает ниже уровня грунта.

Если стены из кладочных материалов, то увлажнение с последующим замораживанием для них крайне нежелательно. От неприятных последствий метели может защитить высокий водонепроницаемый цоколь. Для снежных районов его высота должна составлять не менее 60 см, а для районов со средним и малыми количеством снеговых осадков – 30–45 см. Отвести влагу от фундамента помогает отмостка вокруг дома. Она одинаково эффективно работает независимо от сезона.

Заключение

Основными причинами обрушений кровель под действием снеговой нагрузки за последние несколько лет являются: изношенность жилого фонда; временами – применение для строительства современных материалов, не протестированных для использования в районах со значительным перепадом температур и большим количеством твердых осадков в зимний период.

Остается открытым вопрос о величинах снеговых нагрузок, так как количество гидрометеорологических станций сокращается, а градиент прироста количества осадков с высотой рассчитан на небольшие территории.

Наличие рекомендаций по расчету снеговых нагрузок по весу снежного покрова позволит обеспечить надежность и безопасность объектов капитального строительства.

Список литературы

1. СНиП 2.01.07–85. Нагрузки и воздействия/ Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 36 с.
2. EN 1991–1–3, Eurocode 1 – Actions on structures – Part-1–3: General actions – Snow loads. – July 2003.
3. PN–EN 1991–1–3: 2003 Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje. Część 1–3: Obciążenie śniegiem.
4. PN–80/B–02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych – Obciążenie śniegiem.

УДК 551.583+504.7

К ВОПРОСУ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ПО ОПАСНЫМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ

Волчек А.А., Валуев В.Е., Мешик О.П., Шпока И.Н.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vig_bstu@tut.by

The article examines questions of zoning of the territory of Belarus on dangerous meteorological conditions.

Введение

Сельское хозяйство является одним из основных потребителей естественных ресурсов тепла и влаги. Устойчивое сельскохозяйственное производство возможно при оптимальном соотношении факторов окружающей природной среды, среди которых ведущую роль играют климатические. Опасные метеорологические явления (ОМЯ) могут создать серьезную проблему для развития отрасли и народного хозяйства республики, в целом.

Основная часть

Пространственное обобщение основных характеристик ОМЯ осуществляется картографическими способами, как правило: изолиний или качественного фона. ОМЯ представляют собой величины, осредненные в пространстве и во времени. Особенностью оценок исследуемых характеристик ($X_{\text{ОМЯ}}$) является тот факт, что значения задаются не на множестве точек пространства, а во множестве характерных районов. Построение карты ОМЯ сопровождается эмпирическими оценками ($X_{\text{ОМЯ } i}$) в центрах тяжести (t_i) соответствующих районов. Переход от множества точек пространства к множеству районов осуществляется путем построения интерполяционной карты и решения регрессионного уравнения функции $X_{\text{ОМЯ}}(t_i)$ по выборке $Z=(X_{\text{ОМЯ } 1}, t_1, \dots, X_{\text{ОМЯ } n}, t_n)$. Задача решается в последовательности:

- построение карты в изолиниях;
- предварительное установление границ районов на основе выбранного шага количественных различий ОМЯ в пределах характерных районов;
- уточнение границ районов с учетом физико-географических особенностей формирования ОМЯ при объединении исследуемых метеорологических характеристик в пространственно-временные поля;
- аналитическая интерпретация границ районов с использованием типизированных аппроксимирующих функций в контексте прогнозирования изменения ОМЯ на исследуемой территории в перспективе, определяемой решаемыми прикладными задачами (например, сроком службы сельскохозяйственных сооружений и др.);
- проверка точности карты статистическими методами.

В обоснование границ районов ОМЯ на территории Беларуси положены карты изолиний. Основной задачей для каждой характеристики является подбор оптимального шага изолиний, исключающего множество сгенерированных замкнутых контуров, которые приводят к сложному очертанию границ районов и, в итоге, к дроблению и неопределенности процесса систематизации районов. Предлагаемые нами карты районирования ОМЯ разработаны с учетом имеющегося опыта агроклиматического районирования [1 и др.] и районирования, выполненного для строительной отрасли Республики Беларусь [2]. В пределах выделяемых районов в каждом расчетном пункте численные значения ОМЯ в наибольшей степени отвечают районному фоновому значению.

Переход от карты изолиний к фоновой карте районов с единым расчетным значением ОМЯ предопределяет ведущую роль физико-географического анализа генетических составляющих процессов формирования ОМЯ [3] на исследуемой территории с целью уточнения количественных параметров и повышения устойчивости построения интерполяционной карты относительно исходных данных. Поэтому, выделение заведомо однородных районов с учетом морфометрических, ландшафтных, климатических факторов в контексте комплексной оценки характеристик ОМЯ повышает точность проведения границ районов. Оценка точности районирования осуществлена статистическими методами. При выделении однородных районов, близких по физико-географической природе и статистической изменчивости ОМЯ, выполнен анализ меры расхождения исходных данных в опорных пунктах (i) и (j) районов. В качестве критерия при многомерном статистическом анализе использовано расстояние Махаланобиса [4]

$$d_{ij} = \frac{(X_{\text{ОМЯ } i} - X_{\text{ОМЯ } j})}{\sqrt{D_i + D_j - 2\rho_{ij}\sqrt{D_i D_j}}}, \quad (1)$$

где $X_{\text{ОМЯ. } i}$, $X_{\text{ОМЯ. } j}$ – значения ОМЯ в пунктах (i) и (j); D_i , D_j – дисперсии ошибок исходных данных в соответствующих пунктах; ρ_{ij} – коэффициент пространственной корреляции ошибок между соответствующими пунктами.

В случае равенства значений ($X_{\text{ОМЯ. } i}$) и ($X_{\text{ОМЯ. } j}$), статистика (d_{ij}) укладывается в нормальный закон распределения вероятностей с нулевым средним и единичной дисперсией. Показатель (d_{ij}) выявляет опорные пункты, в которых различия находятся в пределах точности определения величины ОМЯ. Анализ всевозможных значений (d_{ij}), при $i, j=1, \dots, n$, для заданного уровня значимости, позволяет выделить территории, в границах которых различия между исходными данными пунктов наблюдений за ОМЯ можно считать несущественными.

Анализ пространственно-временных особенностей формирования ОМЯ позволил выделить на территории Беларуси ареалы с наибольшей их повторяемостью как в целом за год, так и в нехарактерные для них периоды года.

В теплый период года выделяются следующие ареалы с наиболее частой повторяемостью ОМЯ: 1 – северо-восточный (дожди ливневые, шквалы, град); 2 – центральный (дожди ливневые, шквалы, град, заморозки осенью); 3 – западный (дожди ливневые, грозы, град, шквалы, засухи и засушливые явления); 4 – восточный (дожди ливневые, шквалы, засухи и засушливые явления); 5 – южный (дожди ливневые, грозы, град, заморозки, засухи и засушливые явления, сильная жара); 6 – территория с меньшей повторяемостью ОМЯ (рисунок 1).

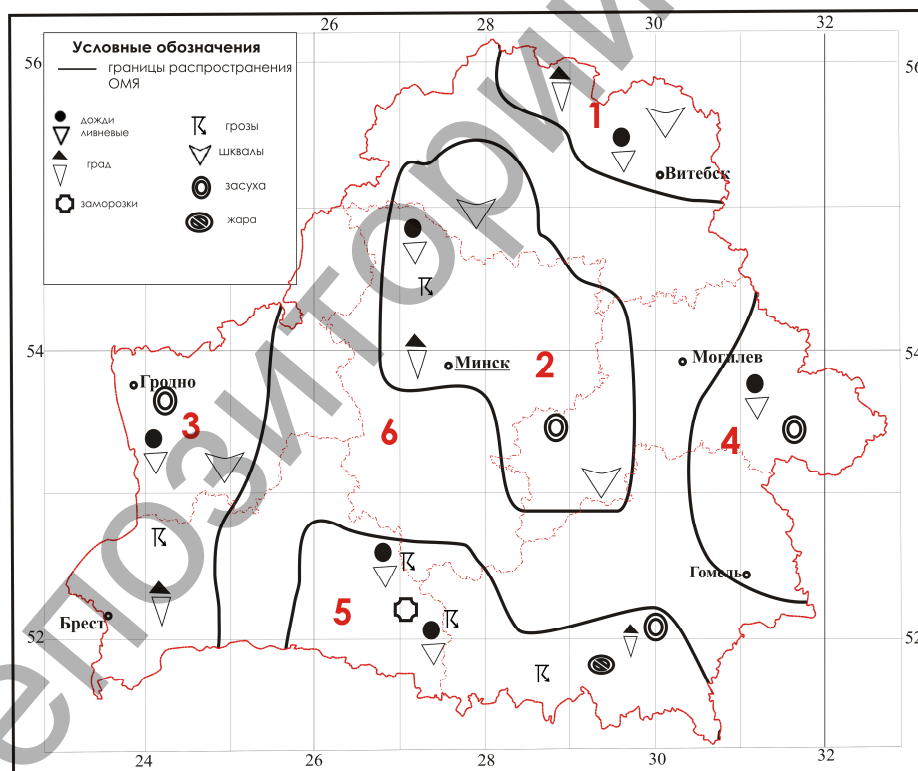


Рисунок 1 – Дифференциация территории Беларуси по опасным метеорологическим явлениям теплого периода

В холодный период года выделяются следующие ареалы с наиболее частой повторяемостью ОМЯ: 1 – северный (гололед, изморозь, иней, метели, сильный мороз и снегопад); 2 – западный (гололед, изморозь, метели, туман, сильный снегопад); 3 – восточный (туман, гололед, изморозь, иней, метели, сильный мороз); 4 – территория с меньшей повторяемостью ОМЯ (рисунок 2).

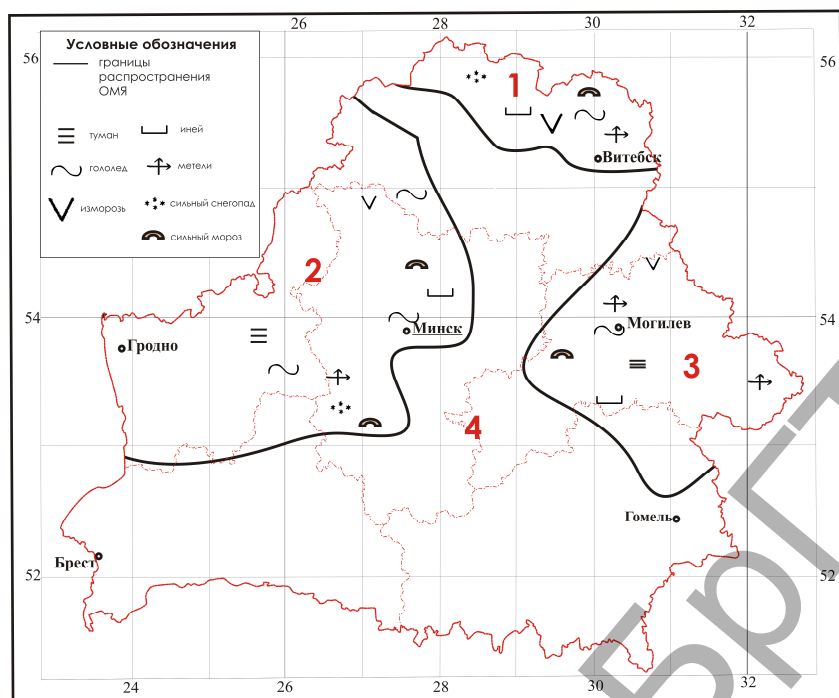


Рисунок 2 – Дифференциация территории Беларуси по опасным метеорологическим явлениям холодного периода

Выделяются ареалы с наиболее частой повторяемостью ОМЯ в нехарактерные для них периоды года: 1 – западный (грозы, шквалы, дожди ливневые, град, туманы, гололед, изморозь, иней, метели); 2 – восточный (дожди ливневые, шквалы, град, грозы, гололед, изморозь, метели); 3 – южный (дожди ливневые, грозы, град, туманы, гололед, изморозь, иней), 4 – территория с меньшей повторяемостью ОМЯ (рисунок 3).

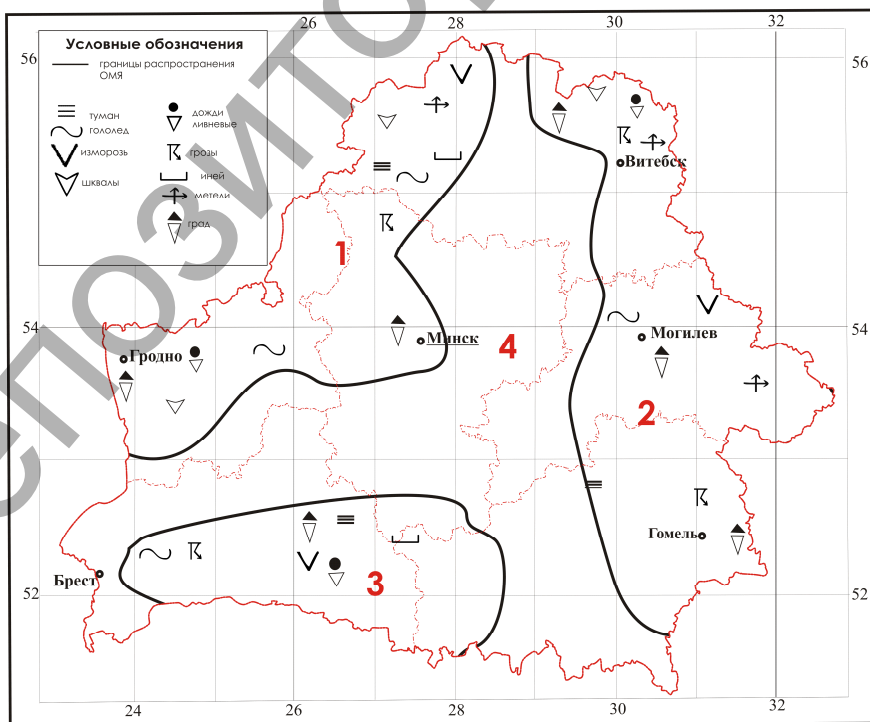


Рисунок 3 – Дифференциация территории Беларуси по опасным метеорологическим явлениям в нехарактерные для них периоды года

Представленная на рисунках 1–3 дифференциация ОМЯ, наряду с картами изолиний, использована в ходе установления и корректировки окончательных границ районов.

Перечень ОМЯ сформирован значительным количеством характеристик, однако, не все они опасны для конкретных отраслей экономики Республики Беларусь. Следует учитывать практику применения карт районирования ОМЯ, где ведущим потребителем информации может быть сельскохозяйственное производство. Многие рассматриваемые явления опасны в совокупности с определенным состоянием факторов внешней среды. Например, сильный снегопад может вызвать выпревание посевов при одновременном слабом промерзании почвы. Вместе с тем, следует учитывать ОМЯ и их комбинации с сопутствующими им негативными эффектами. Например, град приводит не только к повреждению посевов, но и к разрушению сельскохозяйственной инфраструктуры. Длительные и глубокие оттепели уменьшают закалку озимых культур и их зимостойкость, ледяная корка на посевах приводит к нарушению аэрации растений, застой воды на полях вызывает гибель сельскохозяйственных культур от вымокания, сильные ветры при незначительном снежном покрове приводят к выдуванию посевов, туманы способствуют фитофторозу и повышенной влажности зерновых и других культур во время уборки. В этой связи, визуализация и районирование комплексов карт ОМЯ позволяет практически использовать имеющуюся информацию в сельском хозяйстве в контексте дифференциации по видам культур, конкретным нуждам управления и планирования.

В практике использования результатов районирования ОМЯ могут иметь место следующие случаи: а) соответствие расчетного значения районному; б) превышение районного значения над расчетным; в) превышение расчетного значения над районным. Случай (б) наиболее вероятный, если в основе установления границ районов, определяющей является граница верхнего поля. В то же время, вероятность события (б) в ходе районирования необходимо минимизировать по экономическим соображениям. Вероятность появления события (в) в принципе стремится к нулю, так как при выделении районов при наличии материалов метеонаблюдений учитываются и физико-географические особенности местности и при необходимости разрабатываются районные аналитические зависимости, корректирующие принимаемые пользователями карт численные значения ОМЯ.

Заключение

Полученные научные результаты, связанные с районированием территории Беларуси по опасным метеорологическим явлениям, могут использоваться:

- в ряде отраслей народного хозяйства, куда входят, прежде всего, сельское хозяйство, строительство, лесное хозяйство, транспорт и связь, жилищно-коммунальное хозяйство;
- в практической деятельности территориальных органов Минприроды для решения актуальных задач охраны окружающей среды;
- в социальной сфере для информирования населения по вопросам безопасности жизнедеятельности;
- в страховой деятельности с целью обеспечения страховым покрытием имущественных интересов субъектов хозяйствования и граждан, включая сельскохозяйственные риски;
- в учебном процессе при подготовке специалистов в различных областях знаний.

Список литературы

1. Давыденко, О.В. Агроклиматическое районирование Беларуси в условиях изменения климата / О.В. Давыденко // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2, Химия. Биология. География. – 2009. – N 1. – С. 106–111.
2. Тур, В.В. Нормирование снеговых нагрузок для территории Республики Беларусь / В.В. Тур, В.Е. Валуев, С.С. Дереченник, О.П. Мешик, И.С. Воскобойников // Строительная наука и техника. – 2008. – № 2. – С. 27–45.
3. Волчек, А.А. Закономерности формирования опасных метеорологических явлений на территории Белоруссии / А.А. Волчек, И.Н. Шпока // Ученые записки Рос. государств. гидрометеорологического ун-та: науч.-теоретич. журнал. – 2011. – № 17. – С. 64–88.
4. Христофоров, А.В. Вопросы точности построения карт гидрологических характеристик / А.В. Христофоров // Вестник Московского университета. – 1983. – Сер. 5. – С. 54–60.

УДК 551.5(476)

ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Волчек А.А., Валуев В.Е., Мешик О.П., Шпока И.Н.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, volchak@tut.by, irinashpoka@rambler.ru

The article considers dangerous meteorological phenomena on the territory of Vitebsk region, which take place in the cold period of the year. The analysis showed that fog, frost, ice and hoarfrost deposits more prevalent along the elevated topography, the flat – less. Heavy snow and frost usually develop on the North and North-East of the Vitebsk oblast, longitudinal location of isotherms in winter meets the meridional distribution of days with strong frost.

Введение

На территории Витебской области наблюдаются опасные гидрометеорологические явления – явления, которые по своей интенсивности (силе), масштабу распространения и (или) продолжительности могут причинить вред жизни и (или) здоровью граждан, а также имуществу и окружающей среде [1].

Изученность пространственно-временных изменений опасных метеорологических явлений не является достаточной. Экономические потери от этих явлений в абсолютном выражении во всем мире растут. Экономический ущерб от природных и антропогенных катастроф в мире в 2010 году составил 222 млрд долларов, что в 3,5 раза превышает показатель 2009 года в 63 млрд долларов.

Территория Витебской области, как и вся территория Беларуси, подвержена воздействию опасных метеорологических явлений. Вот один из примеров прохождения опасных метеорологических явлений на территории Витебской области 11 ноября 2007 г. В районе пос. Верховье диаметр градин достигал 30–40 мм и залегал слоем до 10 см, а в низких и затененных местах он сохранялся и в первой половине следующего дня.

Исходные данные

Основой для анализа опасных метеорологических явлений на территории Витебской области послужили данные наблюдений на метеорологических станциях, опубликованные в метеорологических ежемесячниках Республиканского гидрометеорологического центра Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за период с 1975 по 2010 гг., а также статистические данные Справочника по стихийным гидрометеорологическим явлениям на территории Беларуси.

Исследование статистической структуры временных рядов опасных метеорологических явлений осуществлялось с помощью стандартных математических методов, пространственные особенности – методом картирования.

Обсуждение результатов

Витебская область расположена на севере Беларуси и граничит с Литвой, Латвией и Россией. Площадь территории около 40,0 тыс. км². Витебская область – край голубых озер, т.к. занимает 1-ое место среди областей по количеству и общей площади озер. Климат, умеренный, довольно влажный и более прохладный по сравнению с другими областями. Средняя годовая температура воздуха +4°C на северо-востоке и +5°C на юго-западе. Летом преобладают северо-западные ветры, зимой – юго-западные и южные. За год выпадает около 625 мм, в теплое время года отмечается наибольшее количество осадков. В холодные периоды осадки выпадают как в жидком, так и в твердом виде. На территории Витебской области находится географический центр Европы – недалеко от озера Шо, точка в 50 км к юго-западу от Полоцка.

В Беларуси с 1988 г. наблюдается рост среднегодовой температуры воздуха. Значительный рост температуры, особенно в холодный период года (октябрь-март), отмечается с 1988 г., когда средняя годовая температура воздуха была выше средних многолетних температур на 0,3–0,9 °С. Средняя годовая температура воздуха в 1989 г. на северо-востоке Витебской области была почти на 3°C выше средних многолетних температур [2].

Для холодного периода характерны частые туманы. Туман – скопление продуктов конденсации в виде капель или кристаллов, взвешенных в воздухе непосредственно над поверхностью земли, сопровождающееся значительным ухудшением видимости [1]. Для туманов свойственна большая изменчивость в пространстве и во времени. Она обусловлена не только общими циркуляционными и радиационными факторами, но и местными условиями конкретного района (высота места, форма рельефа, экспозиция склонов по отношению к влагонесущим потокам, наличие крупных водоемов, озер, рек и т. д.), влияние которых зачастую бывает доминирующим при образовании туманов.

Анализ пространственной структуры количества дней с туманами на территории Витебской области показал, что на территории Полоцкой низменности число дней с туманами в году наименьшее и составляет 35–45 дней. Это обусловлено происходящими в последнее время климатическими изменениями. Отмечаются долготные особенности в распространении туманов. На территории Витебской области туманы простираются вдоль возвышенных форм рельефа (Оршанская, Витебская возвышенности).

В холодный период на территории Витебской области отмечаются гололедно-изморозевые отложения. Анализ карты пространственного распределения гололедно-изморозевых отложений показал, что на территории Оршанской возвы-

шенности гололедно-изморозевые отложения отмечаются достаточно часто. Сильные гололедно-изморозевые отложения регистрируются в 15% лет в одном из пунктов области, или 1 раз в 11 лет. Гололедно-изморозевые отложения как опасное метеорологическое явление отсутствуют более чем в 90% дней в году. От 1 до 5 дней в году с опасными отложениями отмечается в 1% лет, от 4 до 7 дней – в 0,5% дней. Годовой ход гололедно-изморозевых отложений показал, что в Витебской области данные явления отмечаются достаточно редко: в феврале – в 16% от общего числа дней с явлением, в сентябре – в 84%, в другие месяцы холодного периода не наблюдаются.

Гололед – слой плотного льда, образующийся на земной поверхности и на предметах при намерзании переохлажденных капель дождя и тумана. Гололед чаще всего возникает при южных, юго-западных и западных ветрах, а изморозь – при западных и при северо-западных ветрах, а вдоль водных объектов – при ветрах со стороны незамерзших водоемов. Чаще всего гололед наблюдается на юге Витебской области. Анализ показал, что среднее количество дней с гололедом составляет около 10 дней.

Изморозь – отложения льда на ветвях деревьев, проводах и т. п. при тумане в результате сублимации водяного пара – кристаллическая изморозь, а также намерзания капель переохлажденного тумана – зернистая изморозь. В отличие от гололедных отложений, образование изморози происходит главным образом в антициклонических областях. Иногда изморозь может быть опасным метеорологическим явлением, что и наблюдалось с 7 по 11 января 2006 г. в республике при умеренно морозной погоде. Сложные отложения достигли значения опасного явления 10 января на метеостанции Докшицы в период с 03.38 до 16.30, отметили – 39 мм [3]. Изморозь чаще всего отмечается на северо-востоке области в районе Оршанской возвышенности и составляет около 20 дней за год. До последнего потепления на территории Беларуси (до 1987 г.) отмечалось около 16 дней с изморозью, с 1988–1989 гг. – уменьшилось до 10. В отдельные годы отмечается отклонение от средней величины. Так, в 1980 г. по метеостанции Березинский заповедник отмечалось 49 дней с изморозью, Докшицы – 37, Витебск – 36, а в 2000 г., когда отмечается уменьшение количества дней с изморозью, по метеостанциям Докшицы – 16, Витебск – 15 дней с изморозью. Ход изморозевых отложений по месяцам показал, что в декабре-марте в Витебской области отмечается изморозь чаще, чем в других областях республики и составляет (около 4 дней (декабрь-январь), 2 дней (март)). В апреле-мае изморозевые отложения – достаточно редкое явление, однако на территории Витебской области отмечается чаще, чем в других областях Беларуси.

Иней – тонкий неравномерный слой кристаллического льда, образующийся путем сублимации водяного пара из воздуха на поверхности почвы, травы, снежного покрова и на верхних поверхностях предметов в результате их радиационного охлаждения до отрицательных температур, более низких, чем температура воздуха. Иней может возникать и на поверхности снежного покрова. Иней чаще всего отмечается на севере Витебской области и составляет около 75 дней за год. На отдельных метеостанциях, например Езерище, отмечается уменьшение числа дней с инеем, а на других – увеличение (метеостанции Полоцк, Березинский заповедник, Орша). Таким образом, говорить о каких-либо пространственно-временных закономерностях в изменении числа дней с инеем за исследуемый период не просматривается. Это может быть связано с тем обстоятельством, что в формировании инея локальные факторы являются доминирующими.

Метелью называется перенос снега над поверхностью земли ветром достаточной силы. Метели в Беларуси чаще всего возникают при перемещении циклонов и ложбин с запада на восток (приблизительно 50% от их общего числа). С перемещением циклонов с северо-запада и севера на юг связано около 25% метелей и приблизительно такое же количество – с выходом южных циклонов к северу. Наиболее продолжительные метели наблюдаются на периферии мощного стационарного антициклона. За год отмечается около 6 дней с метелями. После 1988 г. практически по всем метеостанциям отмечается уменьшение числа дней с метелями. Так, на метеостанции Езерище до 1988 г. отмечалось около 19 дней с метелями, после последнего потепления – около 5 дней, на метеостанции Шарковщина в период до 1988 г. – около 10 дней с метелями, с 1988 по настоящее время – около 2 дней. Пространственные особенности распространения метелей показывают, что на северо-востоке Витебской области количество дней с метелями наибольшее (около 12 дней), а на западе – наименьшее (около 7 дней). В январе метели отмечаются в 46% от общего числа дней с явлением, в феврале – в 11%, в марте – в 27% дней от общего числа дней с явлением по пункту.

Сильный мороз – понижение минимальной температуры воздуха до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже (учтено с $-34,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) – как ОМЯ для территории Беларуси – явление достаточно редкое. В качестве примера приведем события 25.01.2000 г., когда на территории Беларуси отмечалась умеренно морозная погода – от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ по юго-западу до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ по северо-востоку. Ночью 26 января мороз на юго-западе ослабел, а по востоку усилился до $-25\dots-31\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Езерище – до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Такое понижение температуры связано с тем, что республика оказалась на западной периферии высотного циклона с центром над Московской областью, а также в очаге холода, ось которого проходила по крайнему востоку Беларуси, т. е. адвекция арктического воздуха и радиационное выхолаживание в гребне способствовали значительному понижению температуры воздуха в восточных районах республики [4]. Пространственные особенности распространения сильного мороза имеют следующие особенности. На северо-востоке сильный мороз отмечается чаще, чем по остальной территории области и имеет меридиональное расположение изотерм. Повторяемость дней с сильным морозом в холодный период (XII–III месяцы) показала, что только в Витебской области наблюдаются сильные морозы в декабре – 13% от общего числа дней с явлением. Самый холодный месяц – январь, в Витебской области – 46% от общего числа дней с явлением соответственно. В феврале чаще всего сильные морозы отмечаются в Брестской области – 61% от общего числа дней с явлением. В марте сильный мороз отмечается в Витебской области (7% от общего числа дней с явлением) [4]. В республике за более чем 50-летний период наблюдений лишь в 6 годах отмечался сильный мороз как ОМЯ, т. е. 1 случай на 9 лет. В Витебской области из 52 лет обобщения в 12 годах отмечалось данное явление, т. е. в среднем 1 раз в 4 года. Это может быть связано с тем, что в зимнее время преобладают ветры южного направления, приносящие теплый воздух.

Сильный снегопад – продолжительное интенсивное выпадение снега из облаков, приводящее к значительному ухудшению видимости и затруднению движения транспорта. Сильный снегопад отмечается достаточно редко, это явление может создавать значительные неудобства. Например, 25 марта 2008 г. в результате прохождения циклона на метеостанции Верхнедвинск выпало 23 мм осадков, прирост снега за сутки составил 27 см. В результате сильного снегопада

в д. Вышнарво (Верхнедвинский район) обрушилась крыша телятника, повреждено 500 листов шифера, отмечались сбои в работе общественного транспорта, многие автобусные рейсы были отменены, в Верхнедвинском районе были обесточены 23 населенных пункта, повреждены 5 линий электропередач [5]. Как и сильный мороз, сильный снегопад наблюдается чаще на севере Витебской области, периодичность данного явления – 1 раз в 6 лет. Сильные снегопады отмечаются с ноября по март, в отдельные годы сильный снегопад наблюдается в апреле и октябре. Сильный снегопад по территории Витебской области чаще отмечается в феврале и марте (29% случаев от общего числа дней с явлениями), в сильные снегопады отмечаются иногда и в апреле и составляют 14% от общего числа дней с явлением.

Выводы

В результате проведенных исследований получены следующие результаты:

- туманы чаще отмечаются вдоль возвышенных форм рельефа на востоке Витебской области (Оршанская, Витебская возвышенности), минимальное количество – на северо-востоке Полоцкой низменности;
- количество дней с инеем увеличивается вдоль возвышенных форм рельефа (Витебская, Оршанская возвышенности), вдоль водных объектов (Браславская и Нарачанская группа озер);
- гололедно-изморозевые отложения чаще отмечаются на Оршанской возвышенности, на равнинной территории – реже;
- сильные снегопады отмечаются с ноября по март, однако в отдельные годы наблюдается в апреле и октябре месяце;
- метели чаще отмечаются на севере и северо-востоке;
- сильный мороз отмечается чаще на северо-востоке, меридиональное расположение изотерм зимой отвечает меридиональному распределению числа дней с сильным морозом.

Список литературы

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений в процессе. Общие требования = Бяспека ў надзвычайных сітуацыях. Маніторынг і прагназіраванне небяспечных метэаралагічных з'яваў і працэсаў. Агульныя патрабаванні ; СТБ 1406–2003 (ГОСТ Р 22.1.07–99, MOD). – Введ. 01.01.04. – Минск : Госстандарт ; Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2003. – 19 с.
2. Бугаева, И.В. Стратосферные потепления и особенности зимних процессов 1987/88 и 1988/89 гг. / И.В. Бугаева, Д.А. Тарасенко, А.И. Бudyко // Метеорология и гидрология. – 1990. – № 7. – С. 28–35.
3. Обзор стихийных гидрометеорологических явлений и климатических особенностей Республики Беларусь в 2006 году / Гос. климат. кадастр. – Минск : Мин-во прир. ресурс. и охраны окруж. среды Респ. Беларусь, Департам. по гидрометеорологии, Гос. учрежд. «Республ. гидрометеорол. центр» ; ред. Д.А. Рябов. – Минск, 2007. – 40 с.
4. Обзор стихийных гидрометеорологических явлений и климатических особенностей Республики Беларусь в 2000 году / Гос. комитет по гидрометеорологии Респ. Беларусь. Республ. гидрометеорол. центр. Гос. кадастр по климату; ред. Т.Г. Терещенко – Минск, 2001. – 33 с.
5. Сильный снег в Беларуси в марте 2008 года. Технический отчет о сильном снеге в 25 марта 2008 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://meteoinfo.by/press/?page=50>].

ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Волчек А.А., Шпока И.Н., Шпока Д.А.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, volchak@tut.by, irinashpoka@rambler.ru

In article are considered dangerous meteorological phenomena on the territory of Brest region and their analysis. Maps of distribution of dangerous meteorological phenomena on the territory of Brest region. On the territory are the following features: increase in the number of cases passing rain storm, squalls and thunderstorms, hail; the slight decrease in the number of cases Pro-walking blizzards; any significant changes towards increase or decrease the number of days with fog is not observed.

Введение

Огромное влияние на жизнедеятельность человека оказывают большое влияние стихийные бедствия, как природного, так и техногенного характера. Генеральная Ассамблея ООН в 1989 г. приняла особую резолюцию, в которой период с 1991 по 2000 гг. был провозглашен Международным десятилетием по уменьшению опасности стихийных бедствий. В 2011 году Международный метеорологический день проводился в рамках кампании «Усилим меры по уменьшению опасности бедствий» под лозунгом «Вовлечение детей и юношества в деятельность по уменьшению опасности бедствий». В 2013 г. Всемирной Метеорологической Организацией была выбрана тема дня – «Наблюдения за погодой для защиты жизни и имущества», которая подчеркивает одну из основных задач – снижение потерь и ущерба от опасных явлений. За последние тридцать лет бедствия унесли более 2 млн человеческих жизней, десятки миллионов человек остаются без крова, а экономический ущерб от природных катастроф составляет более 1,5 трл долларов США.

Целью настоящей работы является анализ опасных метеорологических явлений на территории Брестской области теплого периода (апрель-октябрь).

Исходные данные

Основой для анализа опасных метеорологических явлений на территории Брестской области послужили данные наблюдений на метеорологических станциях, опубликованные в метеорологических ежемесячниках Республиканского гидрометеорологического центра Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за период с 1975 по 2010 гг.

Исследование статистической структуры временных рядов опасных метеорологических явлений осуществлялось с помощью современных математических методов.

Обсуждение результатов

Территория Брестской области, как и территория Беларуси, подвержена воздействию опасных метеорологических явлений. Опасные метеорологические явления – природные процессы и явления, возникающие в атмосфере под действием различных природных факторов или их сочетаний, оказывающие или могущие оказаться поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду.

Брестская область находится на юго-западе Беларуси, площадь – 32,8 тыс. км². Рельеф – плоский, большая часть территории размещена в границах Полесской низменности. Около 70% годовой суммы осадков приходится на теплый период, когда выпадают дожди ливневые, которые часто сопровождаются шквалистым усилением ветра, нередко с градом и грозой, на поверхности почвы и в воздухе отмечаются заморозки, а в холодный период – метели. На территории Брестской области ежегодно отмечаются опасные метеорологические явления.

Вот несколько случаев, которые произошли на территории Республики Беларусь и, в частности, на территории Брестской области.

19 января 2007 года во многих районах республики отмечалось усиление ветра до 17–24 м/с, а по данным метеорологической станции Барановичи – до 27 м/с. По республике пострадали 2088 населенных пунктов. Произошло разрушение сельскохозяйственных строений, падение 2-х водонапорных башен, частичное повреждение кровель 120 жилых домов, 16 объектов соцкультбыта, 9 производственных зданий, 322 сельскохозяйственных зданий, из них 140 ферм, около 107 км линий электропередач. Были обесточены 1890 населенных пунктов, 3 больницы, 18 дошкольных учреждений, 32 школы, 14 производственных зданий, 338 сельскохозяйственных зданий, из них 302 фермы, 3440 трансформаторных подстанций. В Брестской области особенно сильно пострадали Барановичский, Дрогичинский, Каменецкий, Малоритский районы. В Бресте 1 человек был травмирован.

Сильные дожди, прошедшие 5–7 июля 2007 г. во многих районах Брестской области и на востоке Гродненской, сопровождались усилением ветра с порывами до 15–21 м/с. За двое суток в Ганцевичах, Ивацевичах, Пинске, Полесской, Столине выпало 120–199 мм осадков (июльская норма 80–90 мм). В Брестской области было подтоплено 6 жилых домов, 248 частных подворий, 1 объект соцкультбыта, 2 производственных здания, 2 сельскохозяйственных здания, 3 трансформаторных подстанции, 3 канализационно-насосных станции; было обесточено: 161 населенный пункт, 30 школ, 13 дошкольных учреждений, 4 производственных помещения, 101 сельскохозяйственное здание, 504 трансформаторных подстанции. Ветром повреждены 2 жилых дома, 5 сельскохозяйственных зданий, 2 ЛЭП. Произошло полегание зерновых и зернобобовых культур на 53% посевных площадей, подтопление – на 22%. Пострадали 166 населенных пунктов в 9 районах Брестской области. В Пинске произошло падение проводов линии электропередач, в результате чего из-за поражения электрическим током погиб человек.

Грозы наблюдались днем 21 июля 2007 г. по Брестской области, в южных районах – со шквалистым усилением ветра до 13 м/с. По данным гидрологического поста Малые Радваничи отмечался сильный ливень, сопровождавшийся градом, выпало 60 мм осадков. В Брестском районе были повреждены крыши, повалены деревья, в течение суток отсутствовало электроснабжение.

Шквалистое усиление ветра отмечалось 23 февраля 2008 г. на большей части территории Беларуси, по Брестской области порывы ветра достигали до 23 м/с. Наибольший ущерб причинен Брестской области, где пострадали 93 населенных пункта, обесточено 187 населенных пункта. К ликвидации последствий привлекались 117 ед. техники, 464 человека. Были сорваны кровли жилых домов, листы шифера, рубероид.

Дожди ливневые – кратковременные атмосферные осадки большой интенсивности [1]. Чаще всего проходят по территории Брестского, Жабинковского, Кобринского, Каменецкого, Лунинецкого, Малоритского, Пружанского, и Столинского районов, реже на севере и в центральной части.

Нередко ливневые дожди сопровождаются грозой и градом. Гроза – атмосферное явление, связанное с развитием мощных кучево-дождевых облаков, сопровождающееся многократными электрическими разрядами между облаками и земной поверхностью, звуковыми явлениями, сильными осадками, нередко градом. Град – атмосферные осадки, выпадающие в теплое время года, в виде частичек плотного льда диаметром от 5 до 15 см, обычно вместе с ливневым дождем при грозе.

Интенсивная грозовая деятельность отмечается на востоке Брестской области, чаще всего – по территории Барановичского, Ивацевичского, Ивановского, Ляховичского районов, реже – по территории Кобринского, еще реже – по Малоритскому району.

Град чаще отмечается по территории Березовского, Дрогичинского, Ивацевичского, Кобринского, Пружанского районов, реже по юго-востоку области (Лунинецкий, Пинский, Столинский районы).

Сильная жара – повышение максимальной температуры воздуха до 35°C и выше (учтены значения начиная с 34,5°C). С 1988 г. началось интенсивное потепление по Беларуси, которое продолжается и в настоящее время. Средняя температура в зимние месяцы 1988–89 гг. превысила норму на 7–7,5°C, весны – на 3–5°C. На последние 20 лет приходится 6 из 7 самых крупных положительных аномалий температуры. Сильная жара достаточно редко наблюдается на территории республики, а значит и на территории Брестской области. В Брестской области данное явление отмечается 1 раз в 7–8 лет, что несколько реже, чем по территории Гомельской области, на которой отмечается 1 раз в 3 года. По Брестской области ртутный столбик поднимался до +36,0 °C в августе 1992 г. на метеостанциях Пружаны и Брест [2].

Засуха – комплекс метеорологических факторов в виде продолжительного отсутствия осадков в сочетании с высокой температурой и понижением влажности воздуха, приводящий к нарушению водного баланса растений и вызывающий их угнетение или гибель. Засушливыми явлениями считают отсутствие в течение 30 и более дней осадков, превышающих 5 мм в сутки, при высокой температуре воздуха (в дневные часы выше 25°C). Ярким примером может служить засуха 1999 г., которая продолжалась с 21 мая по 10 августа. Во многих районах по Брестской области практически не было дождей (выпало 3–5 мм осадков при норме 60–65 мм). Засуха привела к повреждению и гибели сельскохозяйственных культур [2]. Засушливые явления чаще всего отмечаются по югу республики, реже – по северу. Брестская область стоит на втором месте по повторяемости засушливых явлений после Гродненской области. В Брестской области отмечаются 1 раз в 4 года (из 35 лет обобщения в 9 годах). В мае-июне засушливые явления не наблюдались за последние 35 лет, в июне – в 9% от общего числа дней с явлением. Продолжительность засушливого периода $\sum 30$ –40 дней в году отмечается в 7% лет. Более 40 дней в году с засушливыми явлениями отмечаются довольно редко (в 3% лет). В начале и в последние пятидневки августа отмечается прохладная погода, на торфяниках Полесья в конце месяца на почве отмечаются заморозки от 0...-3°C.

Заморозок – понижение температуры воздуха и (или) поверхности почвы до нуля и ниже при положительной средней суточной температуре воздуха [1].

Интенсивные заморозки, продолжавшиеся с 8 по 12 июня 1982 г. – достаточно редкое явление, которое наблюдалось впервые за все послевоенные годы. В ночные часы 11 и 12 июня в низких местах и на осушенных торфяниках отмечались заморозки в воздухе до $-6...-8^{\circ}\text{C}$ по метеостанции Полесская. Заморозки причинили значительный экономический ущерб хозяйствам. В районах, где наблюдались заморозки, имелись повреждения теплолюбивых овощных культур, гречихи, кукурузы, льна, ботвы картофеля, а на осушенных торфяниках отмечались случаи сплошной гибели посевов [2]. На территории Припятского Полесья отмечается наибольшая повторяемость весенних заморозков как на высоте 2 м, так и на поверхности почвы.

Вероятность возникновения заморозков, по мере прогревания подстилающей поверхности и воздуха от мая к июню, резко уменьшается и средняя повторяемость заморозков составляет 1 раз в 5–6 лет. В июле, как правило, заморозки не наблюдаются, однако, на осушенных торфяно-болотных почвах, иногда регистрируются (1976, 1977 и 2000 гг.). В августе заморозки наблюдаются 1 раз в 13–14 лет. По мере понижения температуры в сентябре заморозки отмечаются чаще, чем в летний период, а продолжительность колеблется от 1 до 4 ночей. Во второй половине 1980-х – 2000-х годах XXI в. в Брестской области, по сравнению с другими областями, увеличилась повторяемость ранних осенних заморозков.

Заморозкам на высоте 2 метров после 30.09 чаще подвержены территории на востоке области (Ляховичский, Ганцевичский, Лунинецкий, Столинский районы), реже – на западе. На почве заморозки отмечаются на востоке области по территории (Столинского, Лунинецкого, Ганцевичского, Ляховичского, Барановичского районов), реже заморозки наблюдаются на западе.

Весной, когда наблюдается частая смена холодных и теплых воздушных масс, наблюдаются заморозки, как в воздухе, так и на почве.

Заморозки, как на поверхности почвы, так и на высоте 2 метров после 30.04 чаще всего регистрируются по северо-западу (Пружанский район) и юго-востоку (Столинский и Лунинецкий районы). Редко заморозки наблюдаются по югу и юго-востоку области. Заморозки на почве, как и заморозки на высоте 2 м чаще отмечаются по восточной части территории Столинского, Лунинецкого, Ганцевичского, Ляховичского и Барановичского районов, а реже – по югу Брестской области (Малоритский, Кобринский, Дрогичинский, Березовский, Ивановский, Пинский районы и западная часть Столинского района).

Выводы

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы о пространственно-временном проявлении опасных метеорологических явлений на Брестчине в теплый период:

- шквалы проходят по треугольнику Пружаны – Кобрин – Каменец;
- дожди ливневые отмечаются по территории ограниченной треугольником Пружаны – Малорита – Брест и на юго-востоке по оси Лунинец – Столин;
- грозовые процессы отмечаются практически по всей территории Брестской области, исключение составляет территория: Пружаны – Кобрин – Малорита – Жабинка – Каменец;
- происходит увеличение количества случаев прохождения дождей ливневых, шквалов, гроз, града;

- засушливые явления чаще всего отмечаются по югу Брестской области (Брест, Малорита, Пинск, Лунинец, Столин);
- заморозки – по оси Барановичи – Столин, в последние десятилетия отмечается высокая повторяемость заморозков с мая по сентябрь.

Список литературы

1. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование опасных метеорологических явлений в процессе. Общие требования = Бяспека ў надзвычайных сітуацыях. Маніторынг і прагназіраванне небяспечных метэаралагічных з'яваў і працэсаў. Агульныя патрабаванні ; СТБ 1406–2003 (ГОСТ Р 22.1.07–99, MOD). – Введ. 01.01.04. – Минск : Госстандарт ; Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2003. – 19 с.
2. Стихийные гидрометеорологические явления, наблюдавшиеся на территории Беларуси за последние 27 лет (засуха, заморозки, высокие уровни воды) ; под ред. Т.Г. Терещенко. – Минск : Гос. комитет по гидрометеорол., Республ. гидрометеорол. центр, 1997. – 29 с.
3. Технический обзор особо опасных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Белоруссии в 1982 году / Гос. комитет СССР по гидрометеорол. и контролю природой среды. Бел. республ. управл. по гидрометеорол. и контролю природной среды. Бюро погоды; отв. ред. В.А. Аввакумов – Минск, 1983. – 38 с.

УДК 551.583+504.7(476)

РЕГИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ПОСЛЕДСТВИЙ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Гледко Ю.А., Гончар А.Г.

Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь
gledko74@mail.ru, hanchargag@mail.ru

The damage assessment caused by dangerous meteorological phenomena to regions and sectors of the Belarusian economy was conducted. The spatio-temporal distribution characteristics of dangerous meteorological phenomena, as well as identifying the most exposed regions, for the period 1991–2011 were established.

Введение

На территории Беларуси ежегодно регистрируются опасные метеорологические явления (ОМЯ) – природные процессы и явления, возникающие в атмосфере под действием различных природных факторов или их сочетаний, оказывающие или могущие оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду [1]. Степень влияния ОМЯ на функционирование различных отраслей экономики и экономические потери (ущерб) сильно различаются. Установление общих закономерностей формирования ОМЯ и их пространственно-временных изменений приобретает особую актуальность, а выделение районов с наибольшей частотой их повторяемости имеет большое практиче-

ское значение. Актуальность проблемы исследования заключается в том, что разработки в области материальной оценки нанесённого ущерба и его пространственного распределения за различные периоды времени в Республике Беларусь практически отсутствуют.

Целью проведенного исследования является оценка ущерба, нанесённого опасными метеорологическими явлениями отраслям народного хозяйства Республики Беларусь. Реализация поставленной цели предусматривает решение следующих задач: 1) определить количество опасных метеорологических явлений за период с 1991 года по 2011 год; 2) установить пространственно-временные особенности распределения ОМЯ, а также выявить наиболее подверженные этим явлениям регионы Беларуси; 3) подсчёт ущерба, нанесённого отраслям народного хозяйства Беларуси в результате опасных метеорологических явлений.

Объектами исследования являются ОМЯ, а именно: очень сильные дожди (в т.ч. ливни), ветры (в т.ч. шквалы и смерчи), крупный град, очень сильный снег. Временной период составляет 21 год – с 1991 по 2011 годы. Предмет исследования – ущерб, нанесённый отраслям народного хозяйства Беларуси и его пространственно-временное распределение.

В ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр» для ведения статистики случаев ОМЯ, их распространения, а также оценки ущерба, нанесённого этими ОМЯ, внедрён в работу комплекс «Беларусь-метео», который предназначен для создания базы данных, содержащей сведения об опасных метеорологических явлениях и нанесённом ущербе на территории Республики Беларусь; статистической обработки данных; составления файла описаний метеорологических явлений и нанесённого ущерба за определённый период.

Основными источниками данных об опасных метеорологических явлениях, описанных в настоящей работе, явились статистические материалы стационарной гидрометеорологической сети, приведенные в таблицах метеорологических наблюдений станций (ТМС по 53 метеорологическим, 1 озёрной и 1 болотной станциям за период с 1991–2011 гг.; метеорологические данные, опубликованные в метеорологических ежемесячниках за период с 1991 по 2011 г. (Метеорологический ежемесячник..., 1991–2011); технические обзоры об опасных гидрометеорологических явлениях, наблюдавшихся на территории Беларуси, электронные базы ГУ «РГМЦ» климатических и метеорологических данных CliWare и Fklimat, комплекс «Беларусь-метео».

Подсчёт случаев ОМЯ (взяты явления, наносящие наибольший ущерб: очень сильный дождь и очень сильный ливень, ветер, в т.ч. шквалы и смерчи, крупный град, очень сильный снег) и нанесённого ущерба районам и отраслям экономики (взяты наиболее погодозависимые отрасли: топливно-энергетический комплекс, сельское хозяйство, жилищно-коммунальное хозяйство и транспорт) проводился с помощью статистических методов. Ущерб оценивался в долларах США путём суммирования за 21 год. Для этого использовалась информация о стоимости различных, подвергавшихся разрушению и повреждению, объектов. Пространственная изменчивость характеристик ОМЯ и нанесённого ущерба оценивалась с помощью их картирования. В геоинформационной системе «ArcGIS» были построены карты распределения ОМЯ, а также распределение по территории Беларуси ущерба от отдельных ОМЯ, для отдельных отраслей экономики.

Основная часть

В рассматриваемый период (1991–2011 гг.) количество случаев ОМЯ значительно колебалось в различные годы. Преобладают очень сильные дожди с очень сильными ливнями и ветры со шквалами и смерчами. Случаи ветров со шквалами и смерчами составляют ежегодно от 15% до 60% от количества рассматриваемых случаев, лишь только в 2003 и 2008 годах такие ОМЯ вовсе не были отмечены. Случаи сильных дождей с ливнями ежегодно составляют от 20% до 63% от количества рассматриваемых ОМЯ(рис. 1).

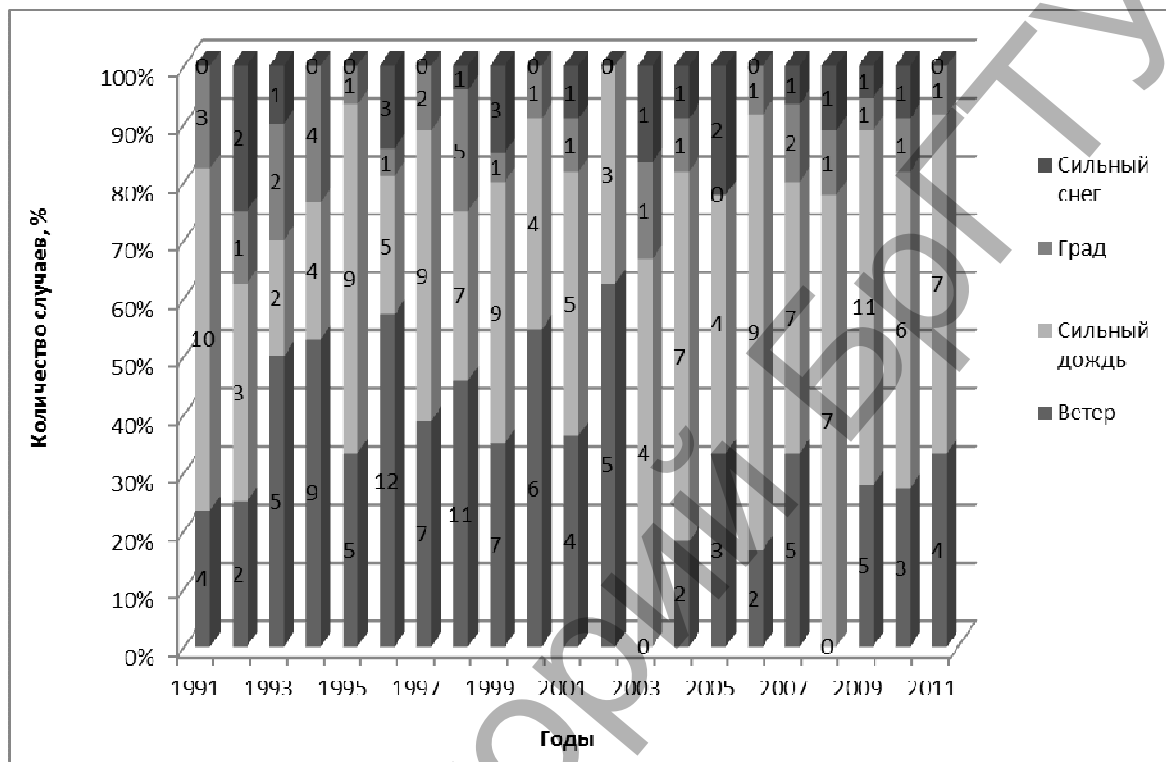


Рисунок 1 – Соотношение видов рассматриваемых ОМЯ в период 1991–2011 гг.

Сумма ущерба, нанесённого рассматриваемыми опасными метеорологическими явлениями за период 1991–2011 гг. составила 45,9 млн. долларов США (рис. 2). Наибольший ущерб нанесён очень сильными дождями и ливнями (67,3 %). Далее следует ущерб от ветра (27,5 %) и ущербы от крупного града и очень сильного снега – 2,5% и 2,7 % соответственно.

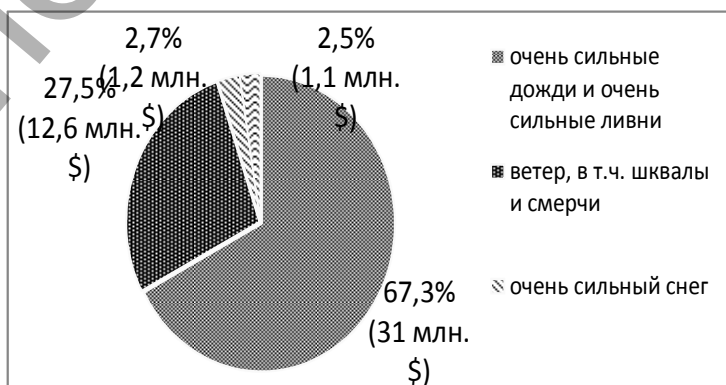


Рисунок 2 – Распределение ущерба от ОМЯ

Сумма ущерба, нанесённого такими опасными метеорологическими явлениями как очень сильный дождь и очень сильный ливень за период 1991–2011 гг. составляет около 31 млн. долларов США. Наибольший ущерб нанесён следующим районам: Борисовскому (около 8 млн. долларов США), Житковичскому (5 млн. долларов США), Лельчицкому (4 млн. долларов США), Столинскому (4 млн. долларов США) и Ельскому (2 млн. долларов США) районам (рис. 3а).

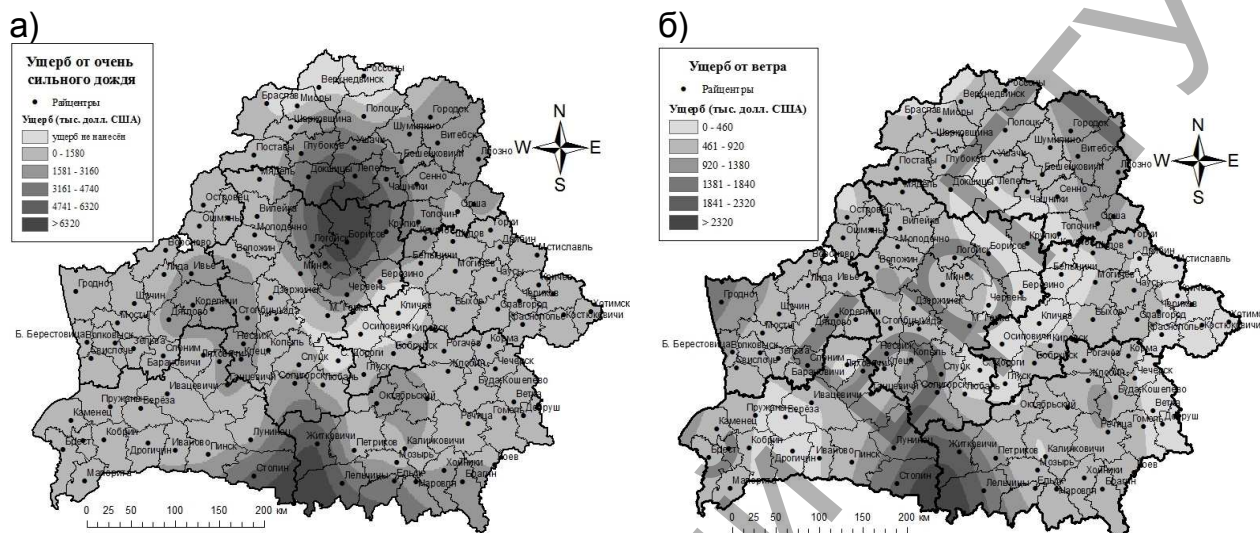


Рисунок 3 – Распределение ущерба от очень сильного дождя и очень сильных ливней (а), от ветра, в т.ч. шквалов и смерчей (б) за период 1991–2011 гг.

Сумма ущерба, нанесённого ветром со шквалами и смерчами в Беларуси за рассматриваемый период составила около 12,6 млн. долларов США. Наиболее пострадавшими от этого опасного метеорологического явления оказались Житковичский (2,3 млн. долл. США) и Гродненский (1,6 млн. долл. США) районы Гомельской и Гродненской областей соответственно (см. рис. 3б).

За рассматриваемый период, с 1991 по 2011 годы отраслям хозяйства был нанесён следующий ущерб: в сельском хозяйстве – 849822 га сельскохозяйственных угодий и несколько тысяч сельскохозяйственных построек (в т. ч. телятники и фермы); в топливно-энергетическом комплексе – 15643 трансформаторные подстанции, 27 электростанций, около 2000 км ЛЭП. В общей сложности пострадали 15662 населённых пунктов, были повреждены 1318 жилых домов, 849 учреждений образования, 73 больницы, 431 производственное здание. Не обошлось и без причинения ущерба здоровью и жизни человека: 47 человек травмированы, 12 человек погибли.

Сумма ущерба, нанесённого исследуемыми опасными метеорологическими явлениями в 4-х рассматриваемых отраслях народного хозяйства за период 1991–2011 гг. составила 45,07 млн. долларов США. Распределение ущерба выглядит следующим образом: ЖКХ – 38,1 %; сельское хозяйство – 35 %; ТЭК – 25,1 %; транспорт – 1,8 %.

Сумма ущерба, нанесённого такой отрасли народного хозяйства как топливно-энергетический комплекс за период с 1991 по 2011 год составила порядка 11,3 млн. долларов США. Наиболее пострадавшей эта отрасль оказа-

лась в Гродненском (1,6 млн. долл. США) и Витебском (1,37 млн. долл. США) районах (рис 4а).

Сумма ущерба, нанесённого сельскому хозяйству страны за рассматриваемый период составила 15,8 млн. долларов США. Наибольший ущерб пришёлся на Столинский (3,9 млн. долл. США), Ельский (1,9 млн. долл. США) и Лельчицкий (2,6 млн. долл. США) районы (см. рис. 4б).

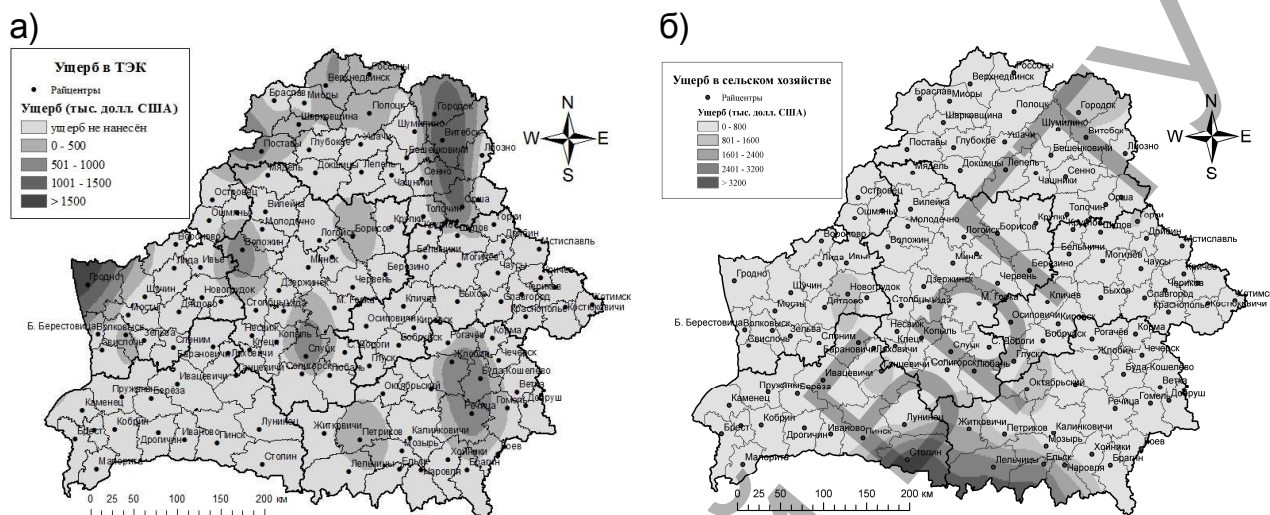


Рисунок 4 – Распределение ущерба в ТЭК (а), в сельском хозяйстве (б) от рассматриваемых ОМЯ за период 1991–2011 гг.

Сумма ущерба, нанесённого отрасли ЖКХ Беларуси за рассматриваемый период составляет 17,2 млн. долларов США. Наибольший ущерб этой отрасли народного хозяйства был нанесён в Борисовском (7,5 млн. долл. США), Житковичском (6,3 млн. долл. США) и Лельчицком (1,63 млн. долл. США) районах (рис. 5а).

Сумма ущерба, нанесённого отрасли транспорта в результате действия рассматриваемых явлений в период 1991–2011 гг. составляет 0,8 млн. долларов США. Наиболее данная отрасль пострадала в Минском (494 тыс. долл. США) и Горецком (160 тыс. долл. США) районах республики (см. рис. 5б).

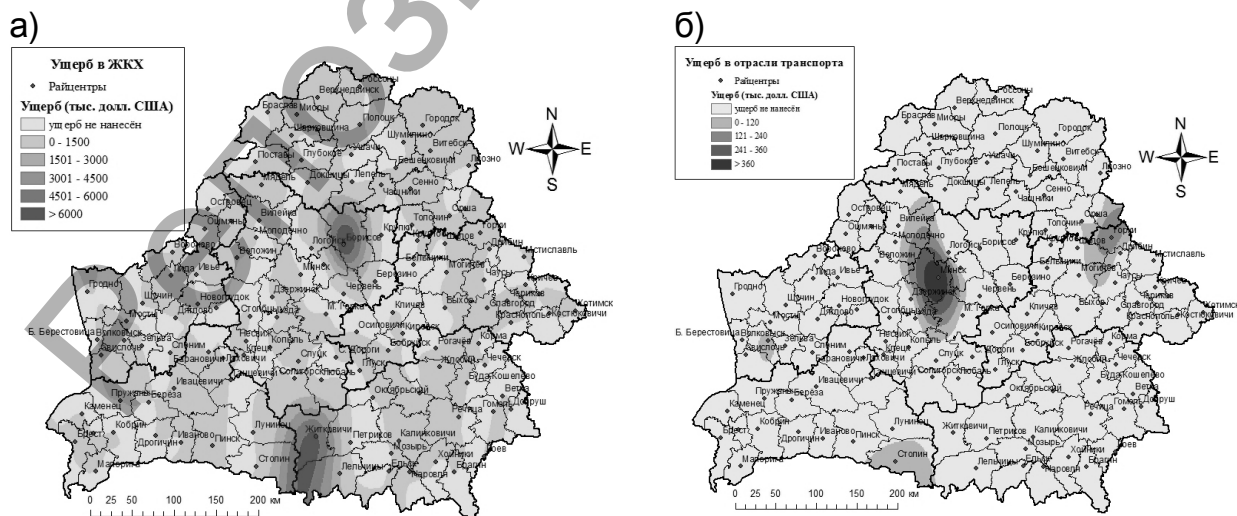


Рисунок 5 – Распределение ущерба в ЖКХ (а), в отрасли транспорта (б) от рассматриваемых ОМЯ за период 1991–2011 гг.

На рисунке 6 приведена информация о количестве человеческих жертв, вызванных рассматриваемыми опасными метеорологическими явлениями за промежуток времени с 1991 по 2011 годы.

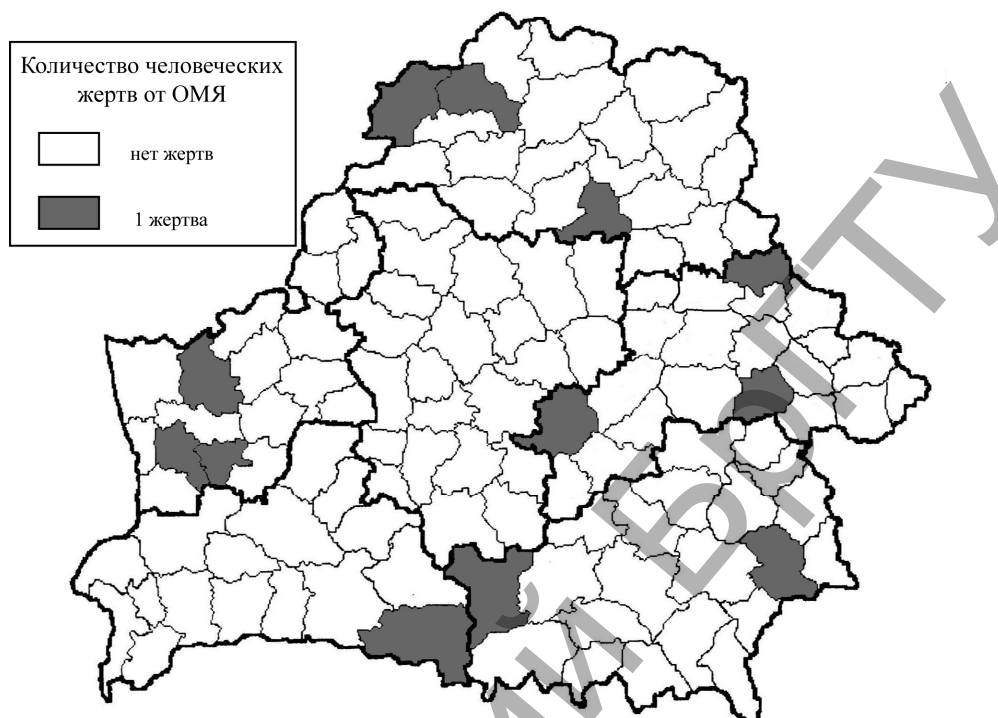


Рисунок 6 – Количество человеческих жертв, вызванных рассматриваемыми ОМЯ за период 1991–2011 гг.

Заключение

Таким образом, за исследуемый период выросли потери в экономике страны по гидрометеорологическим причинам, что вызывает настоятельную необходимость поворота гидрометеорологической службы страны в сторону научно-прикладных исследований в области экономической метеорологии. Полученные результаты показывают полную зависимость отраслей экономики от уровня воздействия погодно-климатических факторов. Предварительная оценка зависимости потребителей от ОМЯ, показывает, что в качестве возможных основных показателей влияния ОМЯ на экономическое состояние в производственной сфере можно принять непредотвращенные, предотвращенные и непредвиденные потери, а также экономическую выгоду применения от прогнозов наличия опасного явления. Картирование ОМЯ свидетельствует о том, что региональные различия в распределении ОМЯ и соответственно ущерба, нанесенного тем или иным явлением, требуют дифференцированного учета и использования гидрометеорологической информации в применении к отдельным районам и отраслям экономики.

Список литературы

1. Логинов В.Ф., Волчек А.А., Шпока И.Н. Опасные метеорологические явления на территории Беларуси. Минск 2010. 128 с.

ОБ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ШТОРМОВЫХ РАЗМЫВАХ БЕРЕГОВ НА КАЛИНИНГРАДСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА В 2011–2014 ГГ.

Есюкова Е.Е., Стонт Ж.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук Атлантическое отделение (АО ИО РАН), г. Калининград, Россия
elena_esiukova@mail.ru, ocean_stont@mail.ru

The article is supposed to give a description of main events of the most severe coastal erosion at the points of observations on the coast of the Baltic Sea (Kaliningrad region) and on a north-east part of the Vistula Lagoon under certain wind regime and other important conditions in 2011–2014.

Введение

Изучение динамики берегов Калининградской области проводились и ранее [1, 2, 3, 4, 5, 6], и по данным мониторинга большая часть берегов Самбийского п-ва, северной части Вислинской (Балтийской) косы, Куршской косы Калининградской области испытывает устойчивый размыв. К сожалению, таких работ не проводилось в северо-восточной части Вислинского (Калининградского) залива. Разрушение дюнного берегового вала грозит уничтожению растительности на прилегающих участках, нарушению природного равновесия этих динамичных образований. Вынос песка с пляжей усугубляет уже имеющийся дефицит наносов в береговой зоне и, соответственно способствует усилению размыва берегов. Планомерное освоение побережий, массовая застройка берегов, расширение рекреационных зон, с одной стороны, и усиление штормовой активности и как результат – активизация процессов эрозии берегов, с другой, – вызвали необходимость оценить масштабы размыва берегов в результате воздействия экстремальных штормов.

Основная часть

В работе рассмотрены только несколько эпизодов экстремальных штормов и сильных штормовых размывов в течение осенне-зимних периодов 2011–2014 гг.: 26–29 ноября 2011 г., 12–14 января 2012 г., 5–6 октября 2012 г., 25–26 октября 2012, 6–7 декабря 2013 г., 12–13 января 2014 г. (таблица 1). На основании регулярных наблюдений и измерений ширины берега, масштабов оползней на морском побережье Калининградской области и в северо-восточной части Вислинского залива (рисунок 1) в течение трёх лет (март 2011 – март 2014 гг.) удалось получить некоторые важные результаты.

Таблица 1 – Характеристики сильных штормов, вызвавших разрушения в береговой зоне

Дата	Синоптическая ситуация	Ветер	Продолжительность шторма
26–29.11 2011	Активный циклон BERIT 973 гПа, который переместился с Атлантики на юг Швеции	Ветер западных румбов достиг силы штормового, скорость 29 м/с – 11 б, в порывах 37 м/с	40 час Волнение от запада высотой до 5–6 м (VI баллов, сильное).
12–14.01 2012	Циклон ELFRIEDE 985 гПа «нырнул» в район Ботнического залива, а 13 января его центр оказался в Ленинградской области. Заполняясь, он стал смещаться в южном направлении. ЮВ Балтика оказалась на северо-западной периферии этого циклона	Ветер северных румбов (СЗ-С) усилился до шторма, в порывах до 28 м/с	45 ч Сформировалось волнение высотой до 5–6 м (VI б, сильное) от севера.
5–6.10 2012	6 октября в ложбине циклона с центром над Ботническим заливом образовался активный молодой циклон NURGAN 990 гПа	Юго-западный ветер до 26 м/с (11 б), в порывах 32 м/с	13 ч Ветровое волнение западных румбов высотой до 2,0 м (IV балла, значительное)
25–26.10 2012	Глубокий циклона VERONIKA 985 гПа с центром над северо-западными районами Европейской России	Северо-западный ветер скоростью 25 м/с (сильный шторм 10 б), в порывах 30 м/с	9 ч Ветровое волнение высотой до 3,0 м (V баллов, сильное) от западных румбов
6–7.12 2013	Сильнейший ураган XAVER 960 гПа набрал силу в Скандинавии и через центральную часть Европы обрушился на Прибалтику	На южной периферии, а затем в тылу этого циклона ветер западных румбов усилился до 26 м/с, в порывах 27 м/с (11 б – жестокий шторм)	39 ч Ветровое волнение от запада высотой до 4,0 м (волнение VI баллов, сильное).
12–13.01 2014	ЮВ Балтика находилась в градиентной зоне между далеким атлантическим циклоном глубиной 985 гПа на северо-западе и антициклоном 1035 гПа над центральной Европой.	Северо-западный ветер усилился до 23 м/с, в порывах до 24 м/с	13 ч Ветровое волнение высотой до 1,5 м (значительное).

Северо-восточная часть Вислинского залива

Вислинский залив расположен в юго-восточной части Балтийского моря (рисунок 1), отделен от Балтийского моря песчаной Вислинской (Балтийской) косой, связь с морем осуществляется через единственный Балтийский пролив шириной 420 м [7, 8]. Гидрологический режим (колебания уровня и течений) в заливе определяется изменением уровня Балтийского моря, действием локального ветра и речным стоком. Анализ результатов регулярных наблюдений [9, 10] в северо-восточной части Вислинского залива (в районе яхт-клуба и районе песчаного карьера (рисунок 1)) показал, что при усилении ветра от запада – северо-запада до штормового в отдельных случаях наблюдается полное исчезновение пляжа, что приводит к сильной эрозии береговых склонов (оползни, волновой размыв). В осенне-зимние периоды 2011–2014 гг. при штормовом ветре и нагонных явлениях (таблица 1) наблюдалось резкое повышение уровня воды в районах наблюдений. Это привело к образованию уступов размыва высотой до 0,5–0,7 м, оползней с высоты 1,5–2,5 м от основания откоса (рисунок 2), с отступанием бровки уступов в среднем на 1–2 м (на некоторых участках до 4 м) и отступанием основания склона на 0,5–1 м.

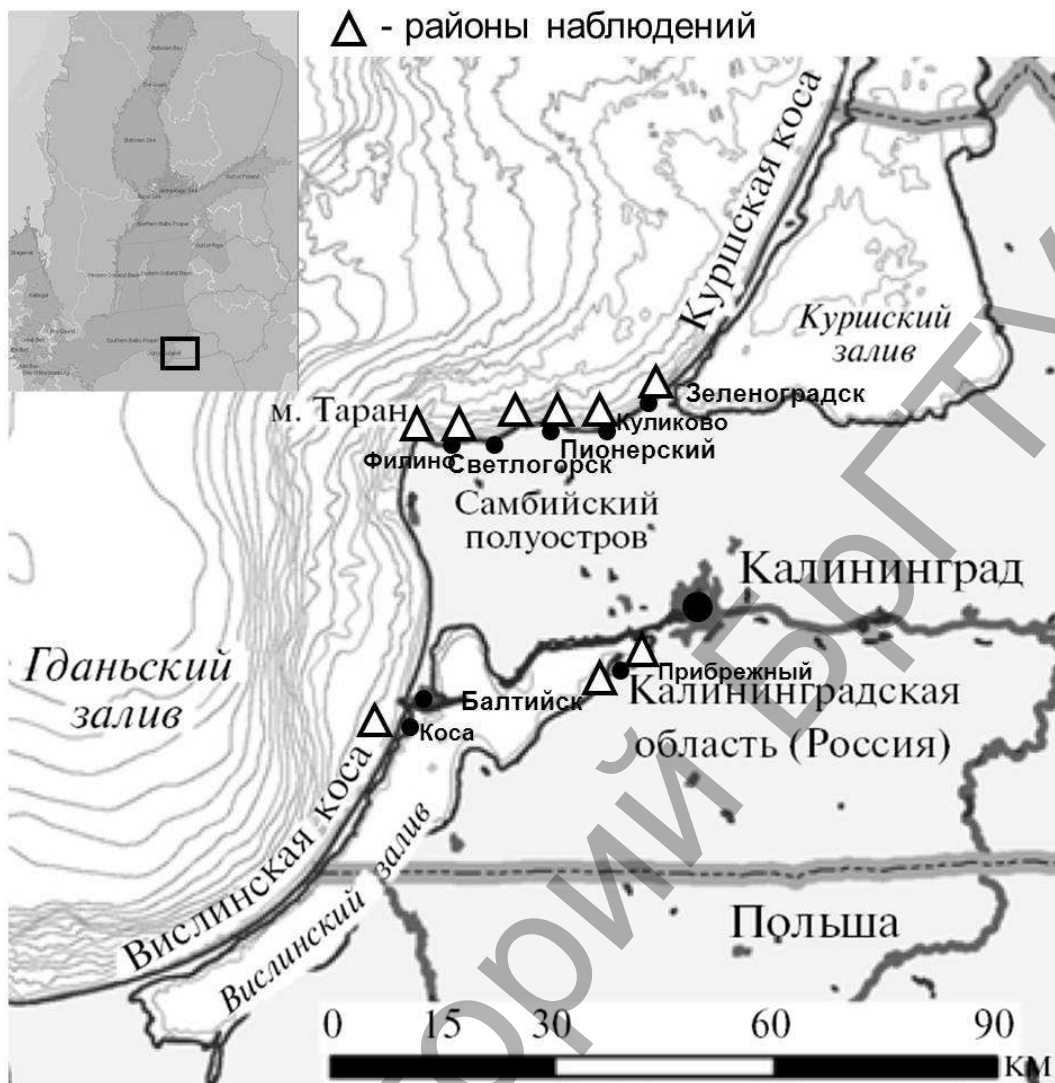


Рисунок 1 – Районы наблюдений

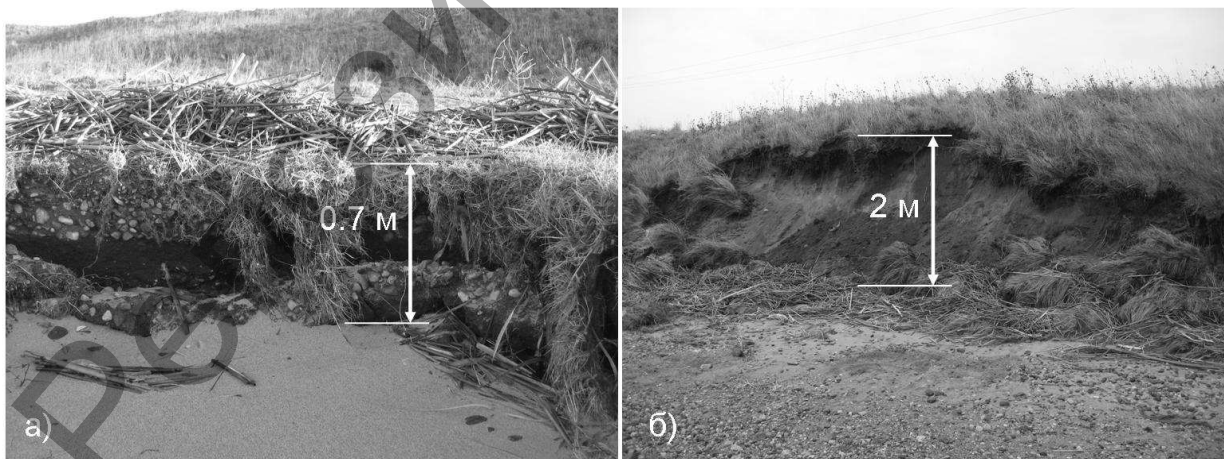


Рисунок 2 – Результат волнового размыва на берегу Вислинского залива после шторма: а) 26–29.11.2011 г., б) 5–6.10.2012 г. (фото Есюковой Е.Е.)

После штормов и сильной эрозии береговых склонов наносы мигрировали, вдольбереговые перемещения материала приводили к активному перераспределению песка и гальки. Часто скопления крупной гальки покрывали с

разной плотностью бóльшую часть поверхности песчаного пляжа, а также галька вперемешку с мусором встречалась на нижней части склонов, скапливалась на уступах вместе с валами из травы тростника. Небольшие строения на откосе попали в зону риска, т.к. основание откоса отступило за период наблюдений почти на 1,5 м и приблизилось к фундаменту построек.

В районе карьера песчаная коса сильно пострадала во время штормов 26–29.11.2011 г. и 12–14.01.2012 г., и практически полностью была размыва штормом 6–7 декабря 2013 г., за исключением нескольких отдельных оставшихся островков. Оказались уничтоженными большинство кустов облепихи и ветлы, большая часть тростниковых зарослей и травяной покров.

Калининградское побережье Балтийского моря

В эти же эпизоды штормов на Калининградском побережье Балтийского моря (северная часть Вислинской косы, северное побережье Самбийского полуострова в точках наблюдений – у г. Зеленоградск, пос. Куликово, г. Пионерский, г. Светлогорск, пос. Филино, мыса Таран (рисунок 1)) наблюдались разрушения берегозащитных сооружений: габионов в Зеленоградске и Светлогорске, волноотбойных стенок; пляжных кафе и площадок отдыха. Были сильно повреждены променады, основания нескольких ресторанов на берегу, элементы спусков к морю, лестницы, фортификационные укрепления (форт Западный на Балтийской косе, доты), некоторые технические постройки, сараи, заборы, смыты столбы электропередач, произошли массовые вывалы леса, обнажены кабели, не санкционированные места погребения мусора, основания погребенных фундаментов, технические сети, трубы и т.д. (рисунок 3, рисунок 4).



Рисунок 3 – Результат волнового размыва берега у корня Куршской косы (р-н Зеленоградска):

а) вид берега до шторма 6–7.12.2013 г. (фото от 11.10.2013 г.);

б) после шторма 6–7.12.2013 г. (фото от 9.01.2014 г.);

в) шторм 13.01.2014 г. (фото Есюковой Е.Е.)

В точках наблюдений на морском побережье максимальный размыв береговых уступов за один эпизод сильного шторма достигал 4–6 м (26–29.11.2011 г., 12–14.01.2012 г., 6–7 декабря 2013 г., 12–13 декабря 2013 г.) с отступанием бровки уступов размыва в среднем на 2–3 м на море, и с отступанием основания склонов в среднем на 1–2 м (максимально до 3–4 м в районе пос. Куликово и у корня Куршской косы – у Зеленоградска) (рисунок 4).



Рисунок 4 – Результат штормового размыва берега: до и после шторма 6–7.12.2013 г. (даты съёмки 24.11.2013 г. и 28.12.2013 г.) (фото Есюковой Е.Е.)

На Калининградском побережье представлены следующие типы берегов: 1) абразионный берег с наличием четкого абразионного уступа, 2) берег с аккумулятивными эоловыми формами рельефа в тыльной части пляжа (авандюнами) [6]. Построенные вдоль абразионных склонов берегозащитные сооружения (габионы, стенки, опояски), которые должны предотвращать размыв береговых склонов, при штормах способствовали размыву пляжей.

Заключение

При высоком относительном уровне моря (залива), при нагонных явлениях и штормовой скорости ветра происходит сильный волновой размыв береговых склонов, возникают оползни. Имеется некоторое различие воздействия на береговые процессы штормов в зависимости от экспозиции берега. Так, при ветрах западных румбов более 15 м/с существует опасность размыва для северо-восточной части Вислинского залива, западного побережья Самбийского полуострова и побережья Балтийской косы. При штормовых ветрах северных румбов наибольшему разрушению подвержена северная часть Самбийского полуострова, где находятся основные города-курорты Калининградской области. В точках наблюдений на морском побережье максимальный размыв береговых уступов за один эпизод сильного шторма достигал 4–6 м, на заливе 3–4 м, с отступанием бровки уступов в среднем на 2–3 м на море и 1–2 м на заливе соответственно. Под угрозой разрушения оказались жилые строения, находящиеся на береговых склонах, в непосредственной близости от берега.

Эрозионные процессы на побережье при штормовых нагонах, происходящие в северо-восточной части Вислинского залива иллюстрируют (только в уменьшенном масштабе) интенсивность процессов эрозии берега, происходящих на

побережье Балтийского моря в районе Самбийского полуострова. Без научно обоснованной концепции берегозащиты Калининградская область может совсем лишиться пляжей в районах городов-курортов; строения в непосредственной близости от берегового уступа уже находятся под угрозой обрушения. Современные методы берегозащиты, до сих пор применяемые на Калининградском побережье, оказываются неэффективными. Расположенные вдоль основания абразионных уступов берегозащитные сооружения вызывают дефицит наносов, что приводит к размыву пляжей и прибрежной части подводного берегового склона. Променады, построенные в городах-курортах (Пионерском, Зеленоградске), не несут функцию защиты берега, они возведены не для задач берегозащиты – такие сооружения создают волноотбойную стенку, из-за чего волна вымывает песок с пляжей. Необходимо восстанавливать буны, которые исторически хорошо себя зарекомендовали, а также применять опыт зарубежных коллег из Литвы, Латвии и Польши, где укрепляют не берег, а пляж. Пляж – наиболее эффективный метод гашения волны. Необходимо проводить мероприятия по удержанию песка.

Список литературы

1. Болдырев, В.Л. Динамика береговых процессов на Калининградском побережье Балтийского моря / В.Л. Болдырев, О.И. Рябкова // Известия РГО. – 2001. – Т. 133. – Вып.5. – С. 41–49.
2. Рябкова, О.И. Динамика берегов Самбийского полуострова и Куршской косы в связи с проблемами берегозащиты / О.И. Рябкова // Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 1987. – 23 с.
3. Волкова, И.И. Влияние природных и антропогенных факторов на дюнные ландшафты побережья юго-восточной Балтики / И.И. Волкова, О.И. Рябкова // Человечество и береговая зона Мирового океана в XXI веке. – М: Изд-во ГЕОС, 2001. – С. 429–438.
4. Болдырев, В.Л. Абразионные процессы на берегах Юго-Восточной Балтики / В.Л. Болдырев, В.П. Бобыкина, Б.В. Чубаренко, Е.М. Бурнашев, К.В. Карманов // Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности: Материалы конф. / Отв.ред. Гогоберидзе Г.Г., Жиндарев Л.А., Карлин Л.Н., Матюшкова А.Г., Оганова С.А. – СПб: Изд-во РГГМУ, 2010. – С. 54–55.
5. Boldyrev, V. The Coasts of the Vistula and Curonian Spits As Transboundary Territory / V. Boldyrev, V. Bobykina // Chubarenko B.V. (Ed). Transboundary waters and basins in the South-Eastern Baltic. – Kaliningrad: Terra Baltica, 2008. – P. 226–238.
6. Бурнашов Е.М. Современная динамика и геоэкологическое состояние морского берега Калининградской области / Е.М. Бурнашов // Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Барнаул, 2011. – 19 с.
7. Гидрометеорологический режим Вислинского залива / под ред. Н.Н. Лазаренко, А. Маевского. – Л., 1971. – 279 с.
8. Шалагинова, Е.Е. Балтийская коса: природа, история, современность / Е. Е. Шалагинова, М.А. Шмутинский, В.А. Цветков, Н.С. Борисова // Калининград: Янтарный сказ, 2009. – 288 с.

9. Есюкова, Е.Е. Результаты еженедельного мониторинга побережья Вислинского залива в районе пос. Прибрежный в 2011–2012 годах / Е.Е. Есюкова // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2013. – № 1. – С. 82–91.

10. Есюкова, Е.Е. О влиянии гидрометеорологических условий на береговые процессы побережья Вислинского залива / Е.Е. Есюкова, Ж.И. Стонт // Известия РГО. – 2013. – Т. 145. – Вып. 1. – С. 50–60.

УДК 551.58

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ, А ТАКЖЕ АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В КОШАЛИНЕ

Кирсхенштейн М.С., Лукашевич Я.С.

Поморская Академия, г. Слупск, Польша, mjk67@tlen.pl;
jan.tadeusz.lukaszewicz@gmail.com

The goal of work was to characterize the air temperature and sums of precipitation in Koszalin from 1951 to 2010. A deviation of air temperature and sums of precipitation from multi-annual mean was assessed together with trends of changes. In addition, the frequency of occurrence of thermal and precipitation anomalies was shown.

Введение

Температура воздуха и атмосферные осадки – основные элементы климата, их изучение в динамике позволяет определить многолетнюю изменчивость, являющуюся эффектом взаимодействия многих климатических процессов и факторов в глобальном, региональном и локальном масштабе.

Целью работы является характеристика температуры воздуха и атмосферных осадков в процессе года, а также анализ изменчивости температуры и осадков в г. Кошалине, с учетом числа изменений, определенного с помощью коэффициента линейного тренда, а также исследование частоты аномалий температуры и осадков. Характеристика включенных элементов позволила определить, каким месяцам, временам года и полугодиям была свойственна большая изменчивость, наблюдалась ли большая асимметрия в процессе года.

В последние годы широко обсуждается проблема изменений и колебаний отдельных метеорологических элементов, в том числе, температуры воздуха и атмосферных осадков. Проблема рассматривается в различных временных и пространственных масштабах. Целью проводимых исследований является попытка оценить потенциальные последствия изменений в окружающей среде, а также выяснить причины этих изменений, принимая во внимание как антропогенные, так и природные факторы.

В период 1900–2004 гг. отмеченные изменения температуры на поверхности Земли составили около +0,4–0,8°C (IPCC Reports, 2007). В Польше во второй половине XX века был зафиксирован рост средней температуры воздуха приблизительно на +0,9°C. Преобладающая часть этого потепления приходится на 80-е и 90-е годы (Фортуняк и др, 2001). Также J. Филипяк (2004) подтверждает наличие сильного положительного тренда температуры воздуха на территории Побережья и Поморья во второй половине XX века. Подобные результаты были получены М. Кирсхенстейн (2013) по северо-западной территории Польши. Что касается атмосферных осадков, в северо-западной Польше наблюдается также тенденция их роста. Также тенденции роста количества осадков в береговой зоне Балтийского моря констатировала М. Сьвэнтэк (2009).

Основой для обработки показателей температуры воздуха и атмосферных осадков являются средние суточные данные измерений за 1951–2010 г.г. (60-летний период). Выбранный для анализа г. Кошалин расположен в полосе южно-балтийских побережий ($\varphi = 54^{\circ}12'N$; $\lambda = 16^{\circ}09'$; $h = 32$ м н.у.м.), на расстоянии около 10 км от побережья. Согласно классификации W. Околовича (1978), Кошалин относится к региону, климат которого формируется под влиянием Балтийского моря. В этой зоне сталкиваются воздушные массы, стекающие с океана, континента и моря. Следствием этого является большая изменчивость погодных условий.

Для оценки частоты возникновения аномалий температуры в г. Кошалине принята классификация X. Лоренц (1998) и аномалий выпадения осадков – С. Качоровской (1962):

В температурной классификации X. Лоренц (1998) приняла следующие критерии: ($T_{\acute{s}r.wiel.}$ – средняя многолетняя температура; $T_{\acute{s}r.rocz.}$ – средняя годовая температура; SD – стандартное отклонение)

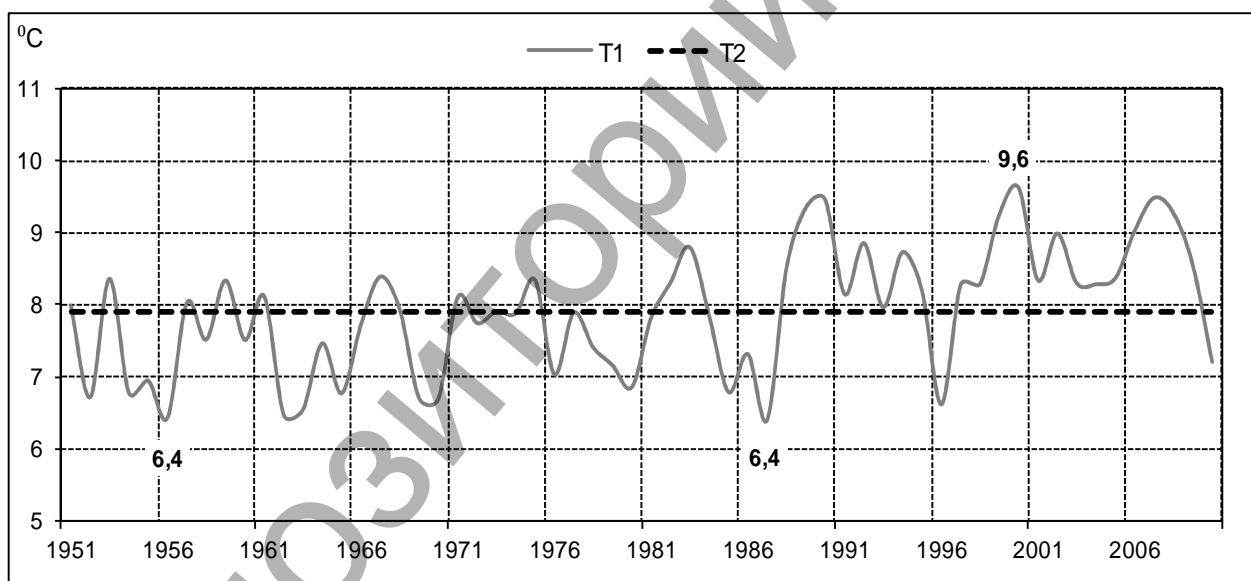
№ класса и шкала цветов	Оценка года	Интервал значений, рассчитанный
		согласно $T_{\acute{s}r.wiel.}$
1	экстремально теплый	$T_{\acute{s}r.rocz.} > T_{\acute{s}r.wiel.} + 2,5SD$
2	аномально теплый	$T_{\acute{s}r.wiel.} + 2,0SD < T_{\acute{s}r.rocz.} \leq T_{\acute{s}r.wiel.} + 2,5SD$
3	очень теплый	$T_{\acute{s}r.wiel.} + 1,5SD < T_{\acute{s}r.rocz.} \leq T_{\acute{s}r.wiel.} + 2,0SD$
4	теплый	$T_{\acute{s}r.wiel.} + 1,0SD < T_{\acute{s}r.rocz.} \leq T_{\acute{s}r.wiel.} + 1,5SD$
5	слегка теплый	$T_{\acute{s}r.wiel.} + 0,5SD < T_{\acute{s}r.rocz.} \leq T_{\acute{s}r.wiel.} + 1,0SD$
6	нормальный	$T_{\acute{s}r.wiel.} - 0,5SD \leq T_{\acute{s}r.rocz.} \leq T_{\acute{s}r.wiel.} + 0,5SD$
7	слегка холодный	$T_{\acute{s}r.wiel.} - 1,0SD \leq T_{\acute{s}r.rocz.} < T_{\acute{s}r.wiel.} - 0,5SD$
8	холодный	$T_{\acute{s}r.wiel.} - 1,5SD \leq T_{\acute{s}r.rocz.} < T_{\acute{s}r.wiel.} - 1,0SD$
9	очень холодный	$T_{\acute{s}r.wiel.} - 2,0SD \leq T_{\acute{s}r.rocz.} < T_{\acute{s}r.wiel.} - 1,5SD$
10	аномально холодный	$T_{\acute{s}r.wiel.} - 2,5SD \leq T_{\acute{s}r.rocz.} < T_{\acute{s}r.wiel.} - 2,0SD$
11	экстремально холодный	$T_{\acute{s}r.rocz.} < T_{\acute{s}r.wiel.} - 2,5SD$

В классификации осадков С. Качоровской (1962) приняла следующие критерии:

№ класса и шкала цветов	Оценка года	Норма осадков (%)
1	крайне сухой	ниже 50
2	очень сухой	50-74
3	сухой	75-89
4	нормальный	90-110
5	влажный	111-125
6	очень влажный	126-150
7	крайне влажный	выше 150

Температура воздуха

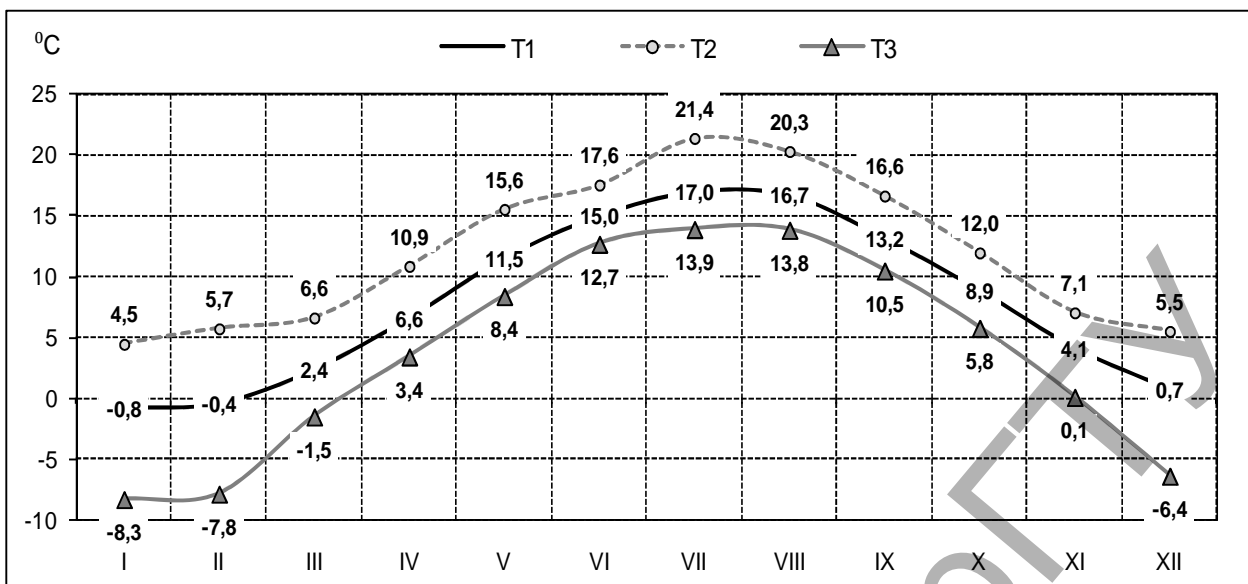
Средняя годовая температура воздуха в г. Кошалине составляет $+7,9^{\circ}\text{C}$ и в исследуемый период подвергалась колебаниям от $+6,4^{\circ}\text{C}$ (в 1956, 1987 г.) до $+9,6^{\circ}\text{C}$ (в 2000 г.). В 42% лет средняя температура была ниже средней многолетней. Явное потепление наступило с 1988 г. В течение этого периода только в 2010 г. средняя годовая температура была ниже средней многолетней (рис. 1).



$T1$ – средняя годовая температура воздуха,
 $T2$ – средняя годовая температура воздуха за 60 лет ($7,9^{\circ}\text{C}$)

Рисунок 1 – Средняя годовая температура воздуха в г. Кошалине (1951–2010)

Из годового диапазона средней месячной температуры воздуха следует, что самым теплым месяцем был июль ($+17,0^{\circ}\text{C}$). А самым холодным – январь ($-0,8^{\circ}\text{C}$). В многолетний период 1951–2010г.г. средняя температура самого теплого и самого холодного месяцев показала большой разброс. В июле она колебалась от $+13,9^{\circ}\text{C}$ до $+21,4^{\circ}\text{C}$, а в январе от $-8,3^{\circ}\text{C}$ до $+4,5^{\circ}\text{C}$ (рис. 2). В г. Кошалине абсолютная температура воздуха составляла: максимальная $+37,1^{\circ}\text{C}$ (11.08.1992), минимальная $-26,7^{\circ}\text{C}$ (19.01.1963, 01.02.1956).



T1 – средняя месячная температура воздуха, T2 – самая высокая средняя месячная температура воздуха, T3 – самая низкая средняя месячная температура воздуха

Рисунок 2 – Годовой диапазон средней температуры воздуха в г. Кошалине (1951–2010)

Анализ температуры воздуха по временам года показал, что лето умеренно теплое (+16,2°C). Зима мягкая (-0,2°C). Часто были зимы (в том числе в 48% лет), где средняя температура была положительной. Очень теплой была осень (+8,7°C). В среднем на +1,9°C было теплее, чем весной (+6,8°C). В анализируемом 60-летнем периоде только в 6-ти годах температура осени была ниже весенней (рис. 3). Анализ температурных условий по временам года подтверждает, что в Кошалине наблюдаются свойства морского климата – теплая осень и зима, холодная весна и умеренно теплое лето.

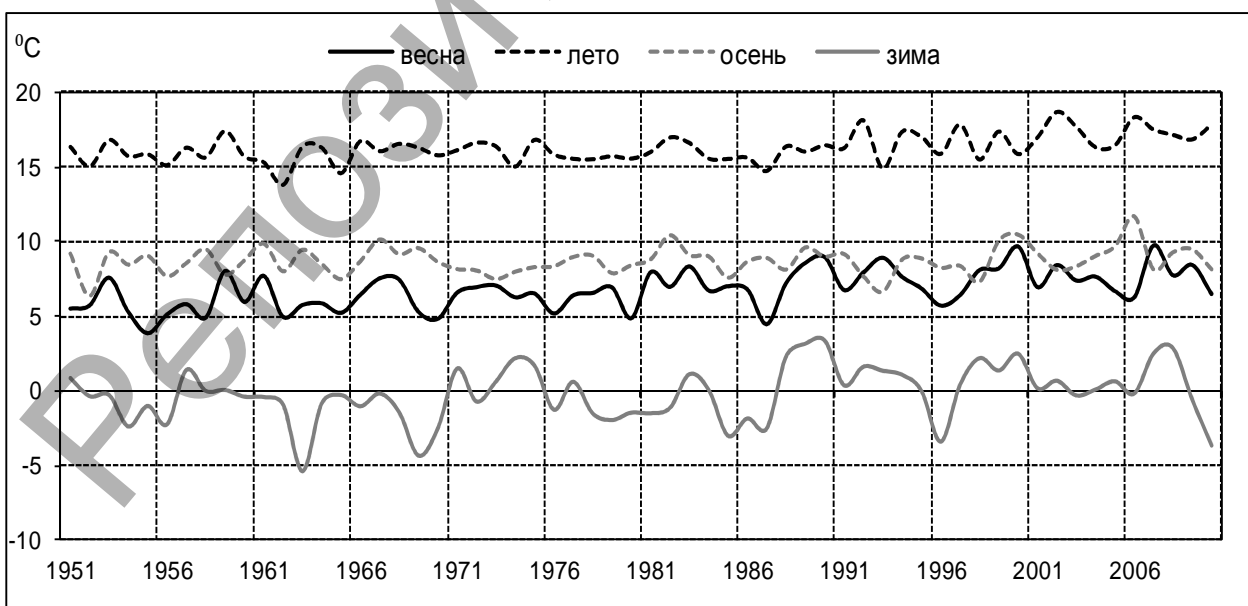


Рисунок 3 – Годовой диапазон средней температуры воздуха по временам года в Кошалине (1951–2010)

Атмосферные осадки

В анализируемом 60-лети (1951–2010) среднее годовое количество осадков в Кошалине составляет 721 мм. В течение этого периода годовое количество колебалось от 483 мм (1982) до 1013 мм (2007). Диапазон изменений годового количества осадков был большим – 530 мм (рис. 4).

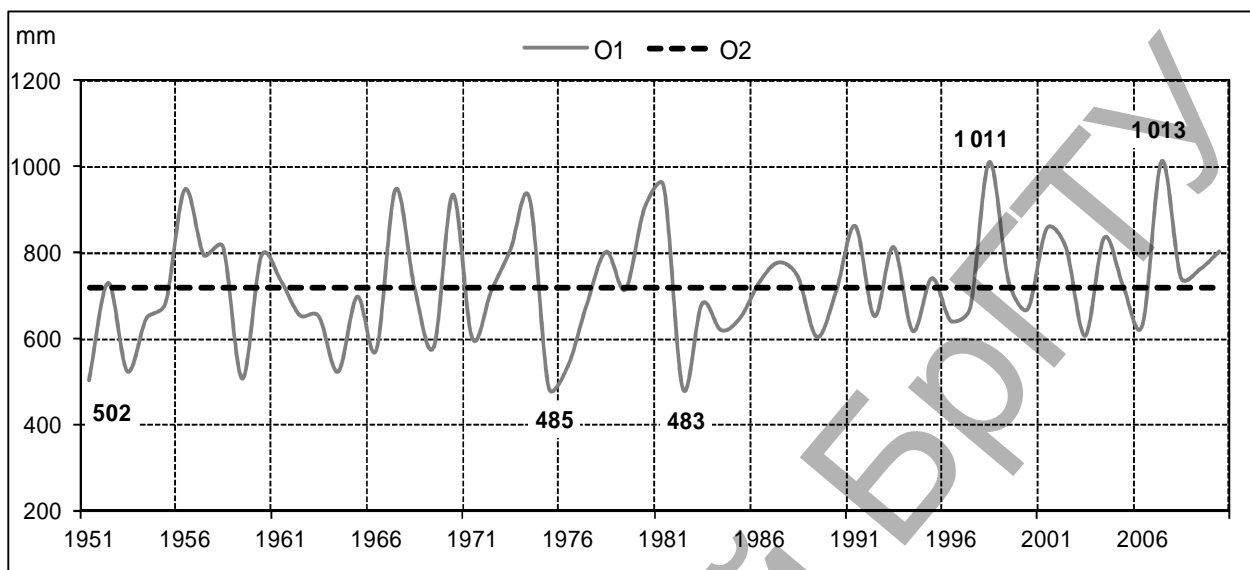
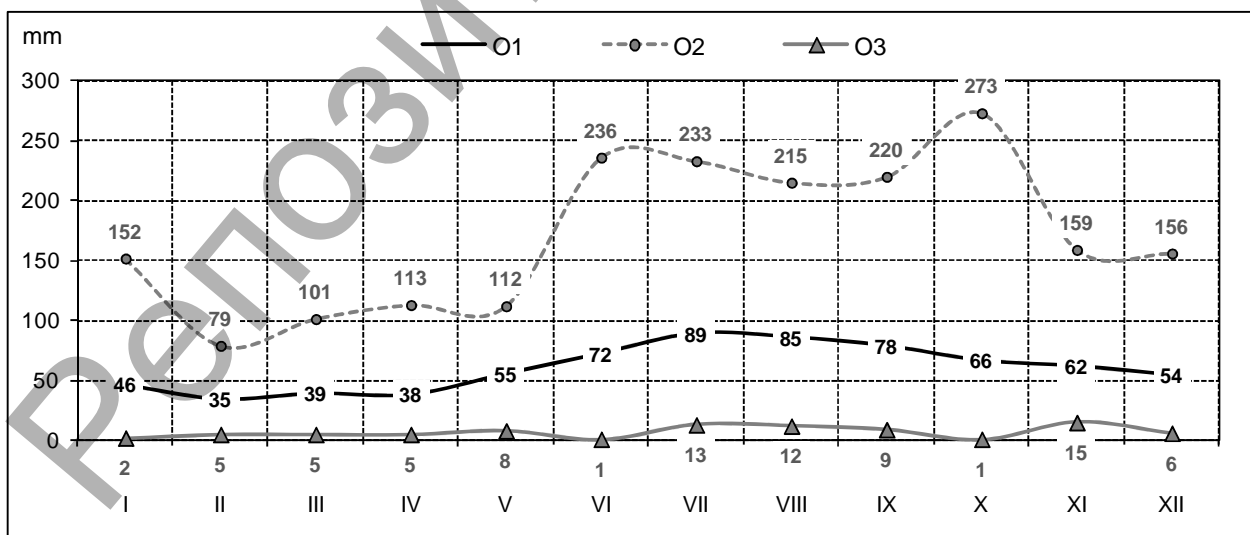


Рисунок 4 – Среднее годовое количество осадков в г. Кошалине (1951–2010)
O1 – среднее годовое количество осадков,
O2 – среднее годовое количество осадков за 60 лет (721 мм)

Максимальное количество осадков в анализируемом 60-лети (1951–2010) выпало в июле (89 мм), минимум – в феврале (35 мм). Наибольшее месячное количество осадков было отмечено в октябре – 273 мм (1974). А абсолютный суточный максимум осадков 101 мм был зарегистрирован 18.8.1991 (рис. 5).



O1 – среднее месячное количество осадков, *O2* – наибольшее среднее месячное количество осадков, *O3* – наименьшее среднее месячное количество осадков.

Рисунок 5 – Годовой диапазон среднего количества осадков в Кошалине (1951–2010)

Характеристика количества осадков по временам года показала дифференциацию как в многолетнем диапазоне, так и в годовом. Весной среднее количество осадков составляет 133 мм. Лето характеризуется самым высоким количеством осадков – 246 мм в течение года, что обусловлено сильной конвекцией, развивающейся над прогретой землей. Важную роль играет также частая адвекция влажного и прохладного воздуха, поступающего с западного и северного секторов на более теплые территории земли. Этот воздух характеризуется большой неустойчивостью, часто вызывая охлаждение и формируя осадки кратковременного характера. Осенью среднее количество осадков высокое и составляет 206 мм. Большое количество осадков осенью вызвано частой в это время адвекцией теплого и влажного воздуха со стороны Балтийского моря (особенно интенсивной в это время циклонической активностью в южной части Балтийского моря). Зимой среднее количество осадков составляет 135 мм.

Это редкость, когда в Польше зимнее и осеннее количество осадков бывает выше, чем летнее. В г. Кошалине в 38% анализируемых лет количество осенних осадков выше летних, а зимних – в 10%. Большое количество осадков в зимний период обусловлено частой в это время адвекцией теплого и влажного воздуха как со стороны Атлантического океана, так и Балтийского моря. В г. Кошалине около 62% осадков выпадает в теплом полугодии. В отдельные годы случалось, что в холодные полугодия были более обильные осадки, чем в теплые (в 11,7% лет).

Изменения температуры воздуха и атмосферных осадков за долгосрочный период

Оценка изменения температуры воздуха на северо-западной территории Польши во временном выражении основана на расчетах стандартного отклонения и линейного тренда. Стандартное отклонение средней годовой температуры воздуха от средней долгосрочной составляет $+0,9^{\circ}\text{C}$. В течение года самое высокое стандартное отклонение наблюдалось в январе и феврале ($+2,9^{\circ}\text{C}$), а самое низкое – в июне ($+1,2^{\circ}\text{C}$). Период холодной части года с ноября по март характеризуется гораздо большими стандартными отклонениями, чем остальные месяцы. Временем года с наибольшим отклонением была зима ($+1,9^{\circ}\text{C}$).

Для оценки изменений температуры воздуха во времени был использован анализ линейной регрессии, которая определяет повышение или понижение температуры воздуха на единицу времени (табл. 1, 2). В анализируемом 60-летию средняя годовая температура воздуха на всей северо-западной территории Польши показала существенную статистическую тенденцию роста прилб. на $+1,6^{\circ}\text{C}/60$ лет. Самые большие тенденции роста средней месячной температуры воздуха в 60-летию наблюдались в периоды январь – май и июль – август. Из месяцев следует выделить февраль, в котором имело место наибольшее повышение температуры – на $+3,3^{\circ}\text{C}/60$ лет (линейный тренд был статистически значимым). Временем года, в котором наблюдалось наибольшее повышение температуры, была весна ($+2,4^{\circ}\text{C}/60$ лет). Значительное повышение наступило также в зимний период ($+1,8^{\circ}\text{C}/60$ лет) и летом ($+1,6^{\circ}\text{C}/60$ лет). А наименьший рост был отмечен осенью ($+0,5^{\circ}\text{C}/60$ лет).

Таблица 1 – Повышение (понижение) средней годовой и месячной температуры воздуха (°С) и количества осадков, рассчитанное на основе линейного тренда (1951–2010)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура воздуха – линейный тренд в °С/год												
0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,00	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,026*
Повышение (понижение) температуры воздуха в °С/60 лет												
1,8	3,3	2,5	2,6	2,2	0,5	2,2	2,1	0,7	0,2	0,7	0,4	1,6
Атмосферные осадки – линейный тренд мм/год												
0,10	0,23	0,48	-	0,18	0,41	-	0,20	-	-	0,22	0,11	1,656
Рост (уменьшение) количества осадков в мм за/60 лет												
6	14	29	-6	11	25	-9	12	-4	-1	14	7	99

Примечание: *отмечены угловые коэффициенты функций линейного тренда, которые являются статистически существенными на уровне релевантности $\alpha=0,05$

Таблица 2 – Повышение (понижение) температуры воздуха (°С) и количества осадков по временам года, рассчитанные на основе линейного тренда (1951–2010)

Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима
Температура воздуха – линейный тренд в °С/год				Повышение (понижение) температуры воздуха			
0,040*	0,027*	0,009	0,030*	2,4	1,6	0,5	1,8
Атмосферные осадки – линейный тренд мм/год				Рост (уменьшение) количества осадков в мм/ 60 лет			
0,578	0,470	0,150	0,457	35	28	9	27

Примечание: *отмечены угловые коэффициенты функций линейного тренда, которые являются статистически существенными на уровне релевантности $\alpha = 0,05$

Оценка изменения атмосферных осадков в г. Кошалине во временном отрезке основана на вычислении стандартного отклонения, уровня изменчивости и линейного тренда. Отклонение среднего годового количества осадков от среднего долгосрочного в г. Кошалине составляет 131,4 мм. В годовом диапазоне наибольшее стандартное отклонение наблюдалось в июне (45 мм), а наименьшее – в феврале (19,1 мм). Времена года с наивысшим стандартным отклонением – лето (75,6 мм) и осень (71,2 мм), с наименьшим – весна (39,8 мм). Коэффициент изменчивости осадков составляет 18,2% и был самым высоким осенью (34,5%) и зимой (34,9%).

Анализ коэффициентов линейного тренда (табл. 1, 2) показал, что в долгосрочный период с 1951 по 2010 год наблюдалась тенденция роста уровня осадков в г. Кошалине почти на 99 мм в рассматриваемом 60-лети. Месяцем с наибольшим ростом количества осадков был март (29 мм/60 лет), а временем года – весна (35 мм/60 лет).

Аномалии температуры и осадков

Чтобы определить диапазон колебаний температуры воздуха и продемонстрировать региональные различия, обработаны тепловые аномалии по годам, месяцам и временам года. На протяжении упомянутого многолетнего периода чаще всего наблюдались чрезмерно теплые годы (43%). Чрезмерно холодные и нормальные годы наблюдались с такой же частотой. Что касается средней годовой температуры воздуха, не наступили экстремально теплые и

экстремально холодные годы, а появились годы аномально теплые и очень холодные. Что касается месяцев и времен года, случались годы, когда они были экстремально теплые или же экстремально холодные (рис. 6).

Из календаря температурных аномалий (по Х. Лоренц, 1998) следует, что в г. Кошалине после 1988 года наступило заметное потепление. Стали приходиться аномально теплые и очень теплые годы. В весенние месяцы явное потепление наступило с начала 80-х годов, а в летние – примерно с 1992, в осенние – примерно с 1998 и в зимние – примерно с 1988 года (рис. 6).

	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	год	весна	лето	осень	зима
1951	6	6	8	6	8	6	7	5	5	8	4	4	1951	6	7	6	5
1952	6	6	9	4	7	8	8	6	10	8	8	7	1952	8	7	8	6
1953	6	6	6	5	6	3	6	7	6	4	6	6	1953	5	5	5	6
1954	7	10	6	10	7	4	8	7	6	6	7	4	1954	8	8	7	8
1955	6	7	9	9	8	9	6	5	5	6	6	5	1955	8	10	6	6
1956	6	11	7	9	6	6	6	10	6	6	9	6	1956	9	8	8	8
1957	6	4	6	7	8	6	6	7	9	6	6	6	1957	6	7	6	5
1958	6	6	9	9	6	8	6	6	6	5	6	6	1958	6	9	7	6
1959	6	6	4	4	7	6	4	4	7	7	7	6	1959	5	5	4	6
1960	6	7	6	7	6	6	7	7	6	6	5	5	1960	6	7	7	6
1961	6	5	4	4	8	4	8	9	5	3	6	8	1961	6	5	7	6
1962	5	6	9	6	9	9	9	9	8	6	6	9	1962	9	8	10	6
1963	10	9	9	7	5	6	6	6	6	3	8	8	1963	9	7	6	11
1964	6	7	9	6	6	4	6	7	6	8	6	6	1964	6	7	6	6
1965	6	7	7	6	9	6	9	9	6	6	10	6	1965	8	8	9	6
1966	7	6	6	7	6	3	6	7	6	4	7	6	1966	6	6	6	6
1967	6	5	4	7	6	7	6	6	4	4	6	6	1967	5	5	6	6
1968	6	6	5	5	7	3	7	6	6	6	6	8	1968	6	6	6	7
1969	7	8	8	7	6	6	6	5	6	5	11	11	1969	8	8	6	10
1970	8	8	8	8	7	6	7	7	6	6	6	6	1970	8	9	7	8
1971	6	5	8	6	5	8	6	5	8	6	6	4	1971	6	6	6	5
1972	8	6	5	6	6	6	5	6	8	7	5	6	1972	6	6	6	6
1973	6	5	5	7	6	6	6	6	6	8	8	6	1973	6	6	6	6
1974	5	5	5	7	8	8	8	6	6	9	6	4	1974	6	6	8	4
1975	4	6	6	7	6	7	5	4	4	7	8	6	1975	5	6	5	5
1976	6	7	8	8	6	7	6	7	7	8	5	7	1976	7	8	6	7
1977	6	6	5	8	7	5	8	7	8	5	5	6	1977	6	6	7	6
1978	6	7	6	7	6	6	7	8	6	4	8	8	1978	6	6	7	7
1979	8	8	6	6	5	3	9	6	6	8	6	5	1979	7	6	7	7
1980	8	6	7	7	9	6	7	7	6	6	7	6	1980	8	9	7	7
1981	6	6	5	7	3	6	6	7	6	6	6	9	1981	6	5	6	7
1982	8	6	5	7	6	6	6	4	4	5	4	6	1982	5	6	5	6
1983	3	6	5	5	5	6	6	6	5	6	6	6	1983	4	4	6	5
1984	5	6	7	6	5	8	7	5	7	4	6	6	1984	6	6	7	6
1985	10	9	6	6	5	8	6	6	7	6	9	5	1985	8	6	7	8
1986	6	10	6	8	4	7	6	7	10	6	3	6	1986	7	6	7	7
1987	11	6	9	6	9	8	7	9	7	6	6	5	1987	9	9	9	8
1988	4	5	6	6	4	6	6	6	6	6	8	5	1988	5	6	6	4
1989	4	3	4	5	6	6	6	6	5	4	6	5	1989	2	4	6	3
1990	4	2	3	5	5	5	7	6	8	5	5	6	1990	2	3	6	3
1991	5	7	5	5	9	8	5	6	5	6	6	6	1991	5	6	6	6
1992	5	4	5	6	5	2	5	4	6	10	6	6	1992	4	5	3	5
1993	5	6	6	4	1	7	8	8	8	7	10	5	1993	6	3	8	5
1994	4	7	5	4	6	7	2	5	6	8	5	5	1994	4	5	4	5
1995	6	4	6	6	6	7	4	5	6	3	8	9	1995	5	6	5	6
1996	7	8	8	6	7	6	8	4	10	6	6	9	1996	8	7	6	9
1997	7	4	6	8	6	5	6	1	6	7	7	6	1997	5	6	3	6
1998	4	3	6	4	4	6	7	8	6	7	10	6	1998	5	5	7	4
1999	5	6	4	5	6	5	4	6	1	6	6	5	1999	3	4	4	5
2000	5	4	5	1	3	5	8	6	7	2	3	5	2000	2	2	6	4
2001	6	6	6	6	6	8	4	4	7	3	6	6	2001	5	6	5	6
2002	5	3	5	6	3	4	4	1	6	8	6	9	2002	3	4	2	6
2003	6	7	6	6	4	3	4	6	6	10	5	5	2003	5	6	4	6
2004	8	5	5	5	6	7	7	4	6	6	6	5	2004	5	5	6	6
2005	5	6	7	6	6	6	5	7	4	5	6	6	2005	5	6	6	6
2006	8	6	8	6	6	4	1	6	2	3	3	2	2006	3	6	2	1
2007	3	6	3	4	3	2	6	5	6	7	6	5	2007	2	2	4	4
2008	4	3	5	6	6	5	6	5	6	6	5	5	2008	3	5	5	3
2009	6	6	6	2	6	7	5	4	5	8	3	7	2009	4	4	5	6
2010	9	6	6	6	8	6	2	4	6	8	6	10	2010	7	6	3	9

Рисунок 6 – Температурная классификация (по Г. Лоренц, 1998):

1 – экстремально теплый, 2 – аномально теплый, 3 – очень теплый, 4 – теплый, 5 – слегка теплый, 6 – нормальный, 7 – слегка прохладный, 8 – прохладный, 9 – очень холодный, 10 – аномально холодный, 11 – экстремально холодный

	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		год	весна	лето	осень	зима
1951	6	3	7	3	1	2	5	1	1	1	3	2	1951	4	3	3	1	3
1952	7	2	2	2	5	5	2	2	6	7	4	1	1952	2	3	3	7	3
1953	4	2	1	2	5	5	3	2	4	1	1	1	1953	4	3	4	2	2
1954	3	1	3	4	1	2	7	2	3	4	2	6	1954	2	2	4	3	4
1955	1	3	3	6	2	4	3	3	5	2	2	7	1955	4	3	3	3	6
1956	7	7	2	7	1	4	1	7	2	7	2	5	1956	4	5	5	5	7
1957	3	5	3	3	3	2	7	6	7	2	4	3	1957	6	3	6	5	4
1958	6	7	3	5	7	3	6	6	3	6	1	3	1958	4	6	5	3	6
1959	4	1	1	4	1	2	2	7	1	2	1	5	1959	5	1	4	1	3
1960	5	1	1	2	4	5	6	6	5	7	4	4	1960	2	2	6	5	4
1961	3	7	4	1	5	2	7	6	6	1	2	3	1961	4	3	5	3	4
1962	5	3	2	3	7	2	3	6	2	1	2	2	1962	4	5	4	2	3
1963	1	1	2	4	2	3	2	7	7	1	7	1	1963	4	2	4	6	1
1964	1	2	1	5	2	3	1	2	3	4	5	4	1964	4	2	2	4	2
1965	3	2	1	4	5	1	7	4	7	1	2	7	1965	2	3	4	3	4
1966	2	2	4	5	5	4	4	3	1	1	1	4	1966	4	5	4	1	3
1967	3	7	6	3	7	3	2	4	7	5	3	7	1967	3	6	4	6	7
1968	7	2	6	1	7	3	6	1	6	4	5	1	1968	6	5	3	5	2
1969	2	1	1	7	4	1	1	6	2	4	7	1	1969	4	4	2	5	1
1970	1	3	6	7	6	2	5	1	7	7	7	4	1970	3	7	2	7	2
1971	1	4	2	1	3	7	2	2	4	2	2	3	1971	6	2	4	3	2
1972	1	1	6	2	7	2	2	6	6	2	7	1	1972	3	6	4	5	1
1973	2	7	2	7	4	1	6	1	3	4	7	4	1973	4	6	3	6	5
1974	4	6	2	1	1	3	7	1	1	7	3	7	1974	5	1	6	7	6
1975	4	2	2	3	1	2	4	1	1	4	1	2	1975	6	2	2	3	2
1976	7	1	2	2	3	1	2	1	4	1	3	5	1976	2	2	1	4	4
1977	3	4	4	7	1	1	3	6	3	4	7	4	1977	2	4	4	4	4
1978	5	2	3	1	1	2	6	7	7	1	2	3	1978	4	1	5	7	3
1979	3	1	7	3	6	2	5	6	2	7	7	6	1979	5	5	4	3	3
1980	2	2	1	6	2	7	7	4	2	7	4	6	1980	4	2	7	5	4
1981	5	6	7	1	5	7	4	2	2	2	7	4	1981	5	5	6	7	5
1982	7	1	1	3	3	7	1	1	1	4	1	4	1982	6	3	2	1	5
1983	6	4	7	4	6	2	1	3	6	2	4	2	1983	2	6	2	5	4
1984	6	2	1	1	5	7	4	2	3	1	1	1	1984	4	2	5	2	2
1985	4	4	4	6	5	4	1	2	3	2	4	7	1985	3	5	2	3	5
1986	7	1	2	7	3	6	4	4	4	2	2	5	1986	4	5	2	3	5
1987	3	5	1	4	5	7	5	6	4	1	7	4	1987	4	4	6	4	4
1988	6	6	5	4	4	7	4	1	4	4	4	6	1988	4	4	4	3	6
1989	2	2	4	4	1	3	6	5	1	2	2	5	1989	4	2	5	2	3
1990	4	5	5	2	2	2	4	2	7	4	6	2	1990	3	3	2	7	4
1991	2	2	2	6	4	7	2	7	2	2	3	6	1991	4	4	7	3	4
1992	1	6	7	2	4	1	2	4	5	1	7	2	1992	5	6	2	5	2
1993	6	5	3	2	3	4	7	5	7	4	1	7	1993	4	2	6	2	6
1994	7	2	7	2	3	3	1	1	2	1	3	6	1994	5	5	1	3	6
1995	7	6	4	6	6	5	1	5	7	3	2	1	1995	3	5	3	4	5
1996	1	4	1	1	7	2	7	3	2	7	4	1	1996	4	4	5	3	1
1997	1	7	5	3	7	3	2	1	5	6	1	2	1997	3	6	2	6	2
1998	6	7	7	7	5	6	6	7	5	4	5	6	1998	4	6	6	5	7
1999	3	7	6	7	4	3	2	4	2	1	1	7	1999	6	7	3	2	6
2000	4	6	7	3	2	7	4	2	3	2	4	2	2000	4	5	4	2	4
2001	2	4	3	6	2	7	2	6	7	7	6	6	2001	4	4	6	6	4
2002	6	7	7	2	4	7	3	1	3	6	2	1	2002	5	6	4	6	4
2003	5	1	1	4	3	1	2	5	4	7	2	6	2003	5	3	2	4	4
2004	5	7	5	4	6	2	6	3	2	1	5	6	2004	3	5	4	4	6
2005	4	6	6	1	6	1	7	3	2	2	5	7	2005	5	4	4	3	6
2006	1	4	2	6	4	1	1	7	1	3	6	3	2006	4	4	4	3	2
2007	7	5	3	3	6	7	7	4	6	4	6	4	2007	3	4	7	5	7
2008	5	5	6	7	1	3	2	7	1	7	6	2	2008	4	6	4	4	4
2009	1	5	4	1	5	6	5	2	6	1	3	2	2009	5	4	4	6	3
2010	3	2	7	1	7	2	3	7	4	7	7	4	2010	6	5	6	4	3

Рисунок 7 – Классификация осадков (по С. Качоровской, 1962): 1 – крайне сухой, 2 – очень сухой, 3 – сухой, 4 – нормальный, 5 – влажный, 6 – очень влажный, 7 – крайне влажный

Характеристика атмосферных осадков в годовом и долгосрочном диапазоне в Кошалине показала, что их особенностью, так же, как и температуры воздуха, являются большие колебания. Было отмечено, что за весь многолетний период наиболее часто наблюдались годы в норме (45%). Средняя годовая частота чрезмерно влажных лет (28%) и чрезмерно сухих (27%) была похожей. Не было

лет крайне сухих и крайне влажных, но очень часто появлялись, как и месяцы, так и времена года – крайне сухие и крайне влажные (рис. 7).

Из календаря аномалий осадков (согласно классификации С. Качоровской, 1962) следует, что атмосферные осадки являются элементом климата, характеризующимся нерегулярными колебаниями и большой крайностью из года в год (рис. 7).

Выводы

Исследование показало, что годовые показатели температуры воздуха и атмосферных осадков в г. Кошалине характеризуются высокой изменчивостью. Они являются результатом переменного воздействия атмосферной циркуляции Атлантического океана, Балтийского моря и континентальной территории, а также локальных обусловленностей.

В анализируемом 60-летию средняя годовая температура воздуха имела статистически значимую тенденцию к повышению. Осадки также имели тенденцию к увеличению, но статистически несущественную. Температура воздуха во все месяцы имела тенденцию к повышению, в то время как, количество осадков имело тенденцию к снижению в апреле, июле, сентябре и октябре.

На основании календаря аномалий температуры и осадков установлено, что, в целом, начиная с 80-х годов, наблюдается потепление. Осадки было отмечено, что они характеризуются очень высокой временной изменчивостью с нерегулярными колебаниями и большими крайностями. Можно, однако, констатировать, что с 80-х годов на осадки в годовом диапазоне влияют океанические факторы.

Кроме того, за весь долгосрочный период наблюдений наиболее часто фиксировались чрезмерно теплые годы, а годовое количество осадков чаще всего находилось в пределах нормы.

Список литературы

1. Filipiak J. Zmienność temperatury powietrza na Wybrzeżu i Pomorzu w drugiej połowie XX wieku. 2004. – Ser. Monografie IMGW. – Warszawa. – S. 216.
2. Fortuniak K., Kożuchowski K., Żmudzka E. Trendy i okresowość zmian temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku. 2001. – Przegl. Geofiz. – 46. – S. 283–303.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Reports. 2007. www.ipcc.ch
4. Kaczorowska Z. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. 1962. – Prace Geograficzne nr 33. – PAN. – Warszawa. – S. 107.
5. Kirschenstein M. Zmienność temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w północno-zachodniej Polsce. 2013. – Akademia Pomorska w Słupsku. – S. 238.
6. Lorenc H. Ocena stopnia realizacji programu „obserwacje meteorologiczne i badania klimatyczne w systemie Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego» oraz synteza uzyskanych wyników badań za okres 1994–1997. ZMŚP, (w:) Kostrzewski A. (red.), Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego, funkcjonowanie i tendencje rozwoju geosystemów Polski. 1998. – Materiały z IX Sympozjum ZMŚP. – Storkowo. – 2–4. – Bib. Monit. Środ. Warszawa.
7. Okołowicz W. Mapa Regionów Klimatycznych. 1978. – W: Narodowy Atlas Polski. – (red.) S. Leszczycki. – PAN, Instytut Geografii. – Wrocław. – S. 29.
8. Świątek M. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na zmienność opadów na polskim wybrzeżu Bałtyku. 2009. – Szczecin.

АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ (СИЛЬНЫЙ ВЕТЕР, ОЧЕНЬ СИЛЬНЫЕ ДОЖДИ И ЛИВНИ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЕ ДОЖДИ, КРУПНЫЙ ГРАД) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ЗА ПЕРИОД 1966–2012 ГГ.

Комаровская Е.В., Клевец Н.Н.

Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр», г. Минск, Республика Беларусь, clim@hmc.by

This article analyzes such dangerous hydrometeorological phenomena as strong winds, very heavy rain and showers, prolonged heavy rain, large hail for the period 1966–2012 gg. Considered changing their frequency and intensity over time in the territory of Belarus.

Введение

Жизнедеятельность людей во многом зависит от состава атмосферы и состояния приземного слоя – погоды, процессов и явлений, которые ее сопровождают. Многие из процессов оказывают положительное влияние на деятельность человека. Однако, немало среди них приносит значительный ущерб. Ежегодно на территории Беларуси отмечаются опасные явления погоды, которые наносят ущерб окружающей среде, населению и экономике страны. Они отличаются по виду, интенсивности, по пространственной протяженности. В основном они связаны с особенностями атмосферной циркуляции, иногда на них влияет рельеф местности. Опасное гидрометеорологическое явление – явление, которое по своему значению, интенсивности, продолжительности или масштабу распространения может нанести значительный ущерб населению и отдельным отраслям экономики и представляет угрозу безопасности населения и окружающей среде [4].

Опасные явления. В настоящей статье использованы данные государственной сети гидрометеорологических наблюдений за период 1966–2012 годы. Для анализа были выбраны наиболее распространённые явления, такие как ветры, осадки, град (таблица 1).

Таблица 1 – Опасные явления и их критерии

Название опасных гидрометеорологических явлений	Критерии опасных гидрометеорологических явлений
Ветер, в том числе шквалы	значения максимальной скорости ветра 25 м/с и более
Очень сильный дождь	значения количества атмосферных осадков не менее 50 мм за период не более 12 часов
Очень сильный ливень	значения количества атмосферных осадков не менее 30 мм за период не более 12 часов
Продолжительный сильный дождь	значения количества атмосферных осадков не менее 100 мм за период не менее 12 часов, но не более 48 часов
Крупный град	значения диаметр градин 20 мм и более

Всего за исследуемый период на территории Беларуси станциями и постами было зарегистрировано 790 случаев с ветром (рисунок 1), скоростью которого составляет 25 м/с и более, осадками, сумма и время выпадения которых отвечают критериям очень сильных дождей и ливней, и крупным градом, из них непосредственно метеорологическими станциями – 623 случая (рисунок 2). Их количество, повторяемость, пространственное распределение существенно изменяются во времени.

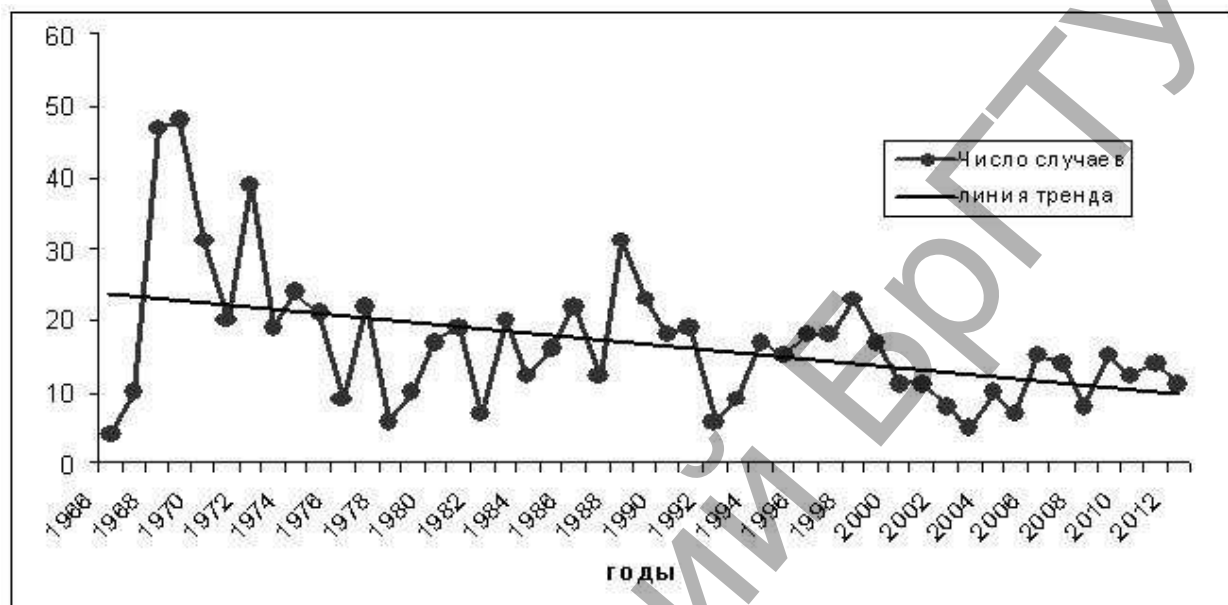


Рисунок 1 – Распределение числа случаев опасных явлений (ветер, осадки, град) по годам

Динамика рассматриваемых метеорологических явлений во времени неоднородна (рисунок 1). Максимум опасных явлений приходится на период 1968–1972 гг, когда в год отмечалось от 20 до 48 случаев, затем произошло их резкое снижение и уже в 1978 году отмечалось 6 случаев с опасными ветрами и осадками.

К концу 80-х годов, а именно в 1988–1989 гг произошло увеличение до 20–30 случаев в год, но с 1990 года снова наблюдается уменьшение количества опасных явлений с небольшим максимумом в 1997–1999 годах. За период с 2000 по 2012 годы среднее число исследуемых явлений в год составляет 10–14 случаев.

Проанализируем территориальное распределение рассматриваемых опасных явлений по данным метеорологических станций. Наибольшее число случаев приходится на Витебскую и Брестские области: по 138 и 126 соответственно. Наименьшее – Гродненская и Могилёвская области – 80 и 65. Различается также их структура по областям (рисунок 2): в Минской и Гомельской областях половина случаев приходится на опасные дожди, немного меньше в Витебской – 62 из 138. Ветры с большими скоростями наиболее часто встречаются в Витебской, Брестской и Минской областях 60, 59 и 38 случаев соответственно. Реже выпадают очень сильные ливни и крупный град.

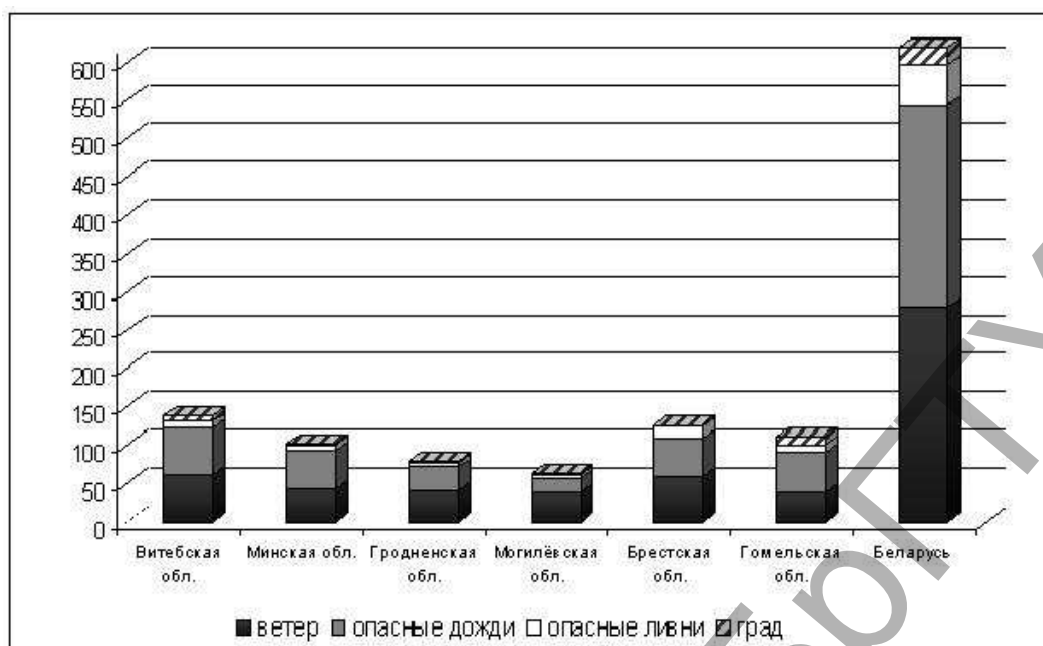


Рисунок 2 – Распределение опасных явлений по территории Беларуси

Ветер со скоростью 25 м/с и более. Это явление имеет обширное распространение, но количество и скорость ветров зависит от многих факторов и в первую очередь от открытости местности, так на территориях с высокой лесистостью, в городах и т.д. скорость ветра всегда ниже, а над равнинной местностью или над водоёмами, к примеру, выше [3].

В среднем в году на территории Беларуси регистрируется 4–5 случаев в год с опасными ветрами. В отдельно взятом пункте опасные ветры отмечаются в среднем раз в 7–9 лет. Но по территории Беларуси эта величина сильно варьирует. Так на метеорологических станциях Житковичи и Березинский заповедник не было зарегистрировано ни одного случая с опасным ветром. А на метеорологических станциях Докшицы, Пружаны, Шарковщина, Слуцк, Славгород ветер со скоростью 25 м/с и более бывает раз в 5–6 лет. Максимальное их количество наблюдалось на рубеже 60–70-х годов (рисунок 3). В 1969 году было отмечено 18 случаев такого ветра, скорость достигала 40 м/с, это максимальная скорость ветра, отмеченная на территории нашей страны (метеостанции Докшицы и Шарковщина).



Рисунок 3 – Количество случаев и максимальная зарегистрированная скорость сильного ветра

Затем скорость ветра уменьшилась и с 1974 по 1979 годы на территории Беларуси не было зарегистрировано ни одного случая сильного ветра со скоростью 25 м/с и более. После этого периода наблюдается снижение максимальных скоростей ветра и уменьшение числа опасных явлений, с ним связанных. И в последнее десятилетие максимальные скорости ветра обычно не намного превосходят критерий опасности, в среднем они составляют 25–27 м/с. Небольшое увеличение случаев с опасными ветрами и их скоростей произошло в 1996–1999, но это, согласно рисунку 3, не нарушило общей тенденции к снижению этих показателей.

Таблица 2 – Средние квадратические отклонения скоростей ветра

Годы	Среднее квадратическое отклонение
1966–1973	0.28
1966–1988	0.23
1989–2012	0.18

Для того, что бы проследить изменение скоростей ветра во времени, были рассчитаны среднее квадратическое отклонение от скорости опасных ветров, осредненной за исследуемый период (таблица 2). Так наибольшая величина данного показателя, а следовательно, наибольшие значения скоростей ветра, наблюдались в 1966–1972 годах, когда они достигали 40 м/с, затем скорость опасных ветров стала постепенно снижаться и данная тенденция, как было отмечено выше, продолжается, т.е. скорости ветра постепенно уменьшаются.

Очень сильные дожди и ливни, продолжительные сильные дожди. Ежегодно на территории Беларуси отмечается 6–8 случаев с очень сильными дождями и продолжительными сильными дождями и 1–3 случая с очень сильными ливнями. В отдельно взятом пункте они бывают в среднем раз в 7–9 и 25–30 лет соответственно.

Осадки суммой 50 мм и более за период времени 12 часов и менее распространены по сезонам года неравномерно: более 80% случаев их выпадения отмечаются летом, максимум приходится на июль, а в целом, первым месяцем года, когда возможны дни с очень сильными дождями, является апрель. Такой же годовой ход имеют продолжительные сильные дожди.

Случаи с сильными дождями которые относятся к опасным явлениям, отмечены на протяжении всего тёплого сезона (апрель-октябрь). Очень сильные ливни отмечаются преимущественно в летнее время (более 88% случаев) и только в 12% случаев выпадения ливней отмечается весной в мае).

Наиболее часто выпадают осадки суммой 50–59 мм (51% случаев), в 21% случаев выпадения опасных осадков их сумма составила 60–69 мм. Низкую повторяемость имеют осадки суммой 30–39 и 40–49 %, которые по критериям опасных явлений относятся к очень сильным ливням (рисунок. 4).

Всего за исследуемый период отмечено 74 случая с очень сильными ливнями, причём 63 случая зарегистрировано за период с 1966 по 1988 годы, что составляет 85%, с 1989 по 2012 отмечено 12 случаев или 15%.

Суммы продолжительных сильных дождей и очень сильных дождей также претерпевают изменения во времени. За промежуток времени с 1966 по 2012г годы средняя сумма осадков, которые соответствуют критериям опасных, составила 71,2 мм. Выделяется несколько периодов, с максимальными положи-

тельными отклонениями от средней величины: 1967–1973гг, 1990–1993 гг, 2006–2009 гг. Наибольшие положительные отклонения имеют место в 2006–2007 годах, когда часто отмечались опасные дожди с суммой осадков 130–160 мм и более. Наибольшее количество осадков за этот период выпало 5–7 августа 2007 года в течении 48 часов в Столине (зарегистрировано АМП Столин) – 199 мм. Также увеличение осадков наблюдалось в 1990–1993 годах. 22–27 июля 1993 года на гидрологическом посту Веречье за 12 часов выпало 136,4 мм осадков.

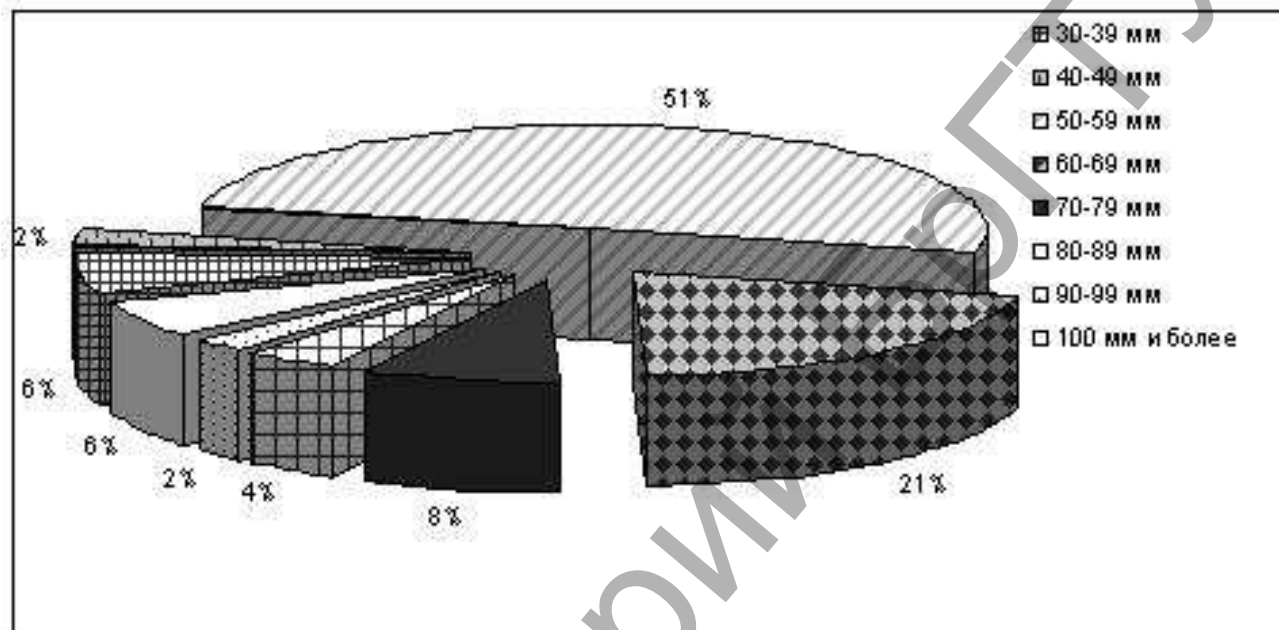


Рисунок 4 – Повторяемость осадков, отвечающих критериям опасных явлений (по градациям)

За период с 1966 по 2012 годы в структуре выпадения осадков наблюдаются следующие изменения: уменьшается число очень сильных ливней и увеличивается количество очень сильных дождей, а в последние 20 лет стали чаще регистрироваться продолжительные сильные дожди – осадки суммой более 100 мм за период 12–48 часов. Т.е. Наблюдается тенденция к увеличению продолжительности и суммы выпадения осадков.

Крупный град. Случаи выпадения крупного града на территории Беларуси отмечаются в среднем один раз в два года. Наибольшее количество случаев выпадения крупного града зарегистрировано в Витебской и Гомельской областях: 8 и 10 соответственно. На метеостанции Мозырь отмечено наибольшее количество случаев – 4 (рисунок 5).

Реже всего град диаметром 20 мм и более выпадает в Брестской и Минской областях – один раз в 46 лет.

За исследуемый период максимальное число случаев с крупным градом отмечалось в 1968 году, когда это явление было зарегистрировано на 6 станциях и постах, тогда же выпал град максимального диаметра – 50 мм. Наблюдается тенденция к уменьшению количества и размера града. 67% случаев выпадения отмечено в 1966–1988 годах (рисунок 5).

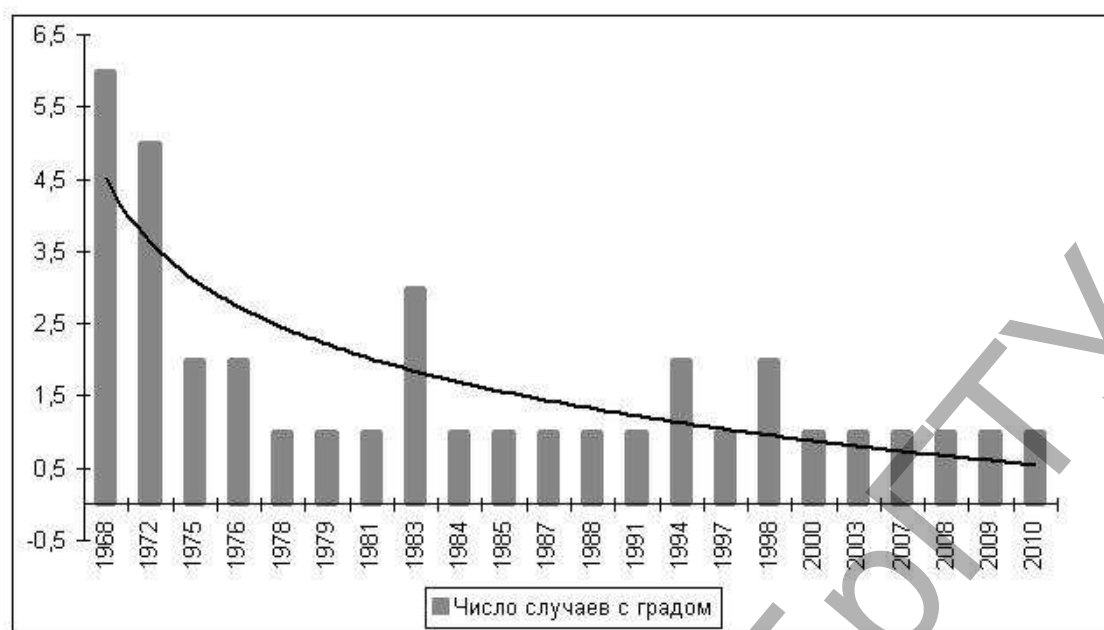


Рисунок 5 – Число случаев крупного града

Заключение

Пространственное и временное распределение таких опасных метеорологических явлений как ветры, скоростью 25 м/с и более, очень сильные дожди и ливни, продолжительные сильные дожди и крупный град за период 1966–2012 годы неоднородно и находится в постоянной динамике. Происходит уменьшение количества ветров, которые соответствуют критериям опасных.

Происходит изменение количества осадков и их продолжительности: после 1989 года уменьшилось количество очень сильных ливневых осадков, но всё чаще повторяются случаи выпадения продолжительных сильных дождей, с суммой осадков более 100 мм за период времени от 12 до 48 часов. Это будет неблагоприятно сказываться на экономике страны и качестве жизни населения. Уменьшилось количество случаев опасного града, особенно эта тенденция хорошо выражена в последние два десятилетия.

Список литературы

1. Шебеко В. Ф. Внутригодовое распределение и обеспеченность осадков на территории Белорусской ССР/ В.Ф. Шебеко// государственное издательство сельскохозяйственной литературы БССР. – Минск, 1962 г.
2. Борисенков Е. П. Летопись необычайных явлений природы за 2,5 тысячелетия/ Е. П. Борисенков, В. М. Пасецкий // Гидрометеиздат. – Санкт-Петербург, 2002 г.
3. Изменения климата Беларуси и их последствия / В.Ф. Логинов [и др.]; Под общ.ред. Логинова В.Ф.; Ин-т проблем использования природных ресурсов и экологии Нац. акад. наук Беларуси // «Тонпик» – Минск, 2003.
4. Неблагоприятные явления погоды и их влияние на различные отрасли экономики и население // Департамент по гидрометеорологии ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр». – Минск, 2006 г.
5. Технический обзор стихийных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Беларуси в 1966 году / РГМЦ. – Минск, 1967.
6. Технический обзор стихийных гидрометеорологических явлений, наблюдавшихся на территории Беларуси в 1967 году / РГМЦ. – Минск, 1968.

ОБ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМ ИЗЛУЧЕНИИ ВОЗНИКАЮЩЕМ ПРИ ГОРЕНИИ СЕРОУГЛЕРОДА НА ВОЗДУХЕ

Печень Т.М.

Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск, Республика Беларусь, tanya.7p@gmail.com

The article is supposed to give the knowledge about ultraviolet (UV) radiation occurring at burning of carbon disulfide in air. Spectrum of flame of carbon disulfide occupies generally in over the UV range.

Введение

Существует множество различных источников ультрафиолетового излучения (УФИ) как естественных, так и искусственных. В разрезе проблематики, связанной с возникновением опасных чрезвычайных ситуаций, особо можно выделить случай процесса горения сероуглерода на воздухе, спектр пламени которого лежит в области УФ диапазона длин волн.

Ультрафиолетовое излучение (УФИ) – электромагнитное излучение оптического диапазона с длиной волны (λ) от 200 до 400 нм. Для организма человека УФИ играет двойственную роль. С одной стороны его недостаток ведет к снижению нормального уровня функционирования организма. Это обусловлено тем, что УФ лучи стимулируют основные биологические процессы. Однако переоблучение УФИ является опасным для человека. УФ лучи негативно воздействуют в первую очередь на органы зрения и кожу. УФ диапазон с точки зрения оказываемого биологического действия принята разделять на три области:

1. УФИ-А – длинноволновое (ближнее, мягкое) излучение с $\lambda = 315 \dots 400$ нм;
2. УФИ-В – средневолновое (эритемное) излучение с $\lambda = 280 \dots 315$ нм;
3. УФИ-С – коротковолновое (бактерицидное, жесткое) излучение с $\lambda = 200 \dots 280$ нм.

Следует отметить, что УФИ-А свободно проходит через роговицу, но задерживается хрусталиком, хотя некоторое количество УФИ-А достигает сетчатки. УФИ-В поглощается роговицей, и лишь небольшая часть лучей достигает хрусталика.

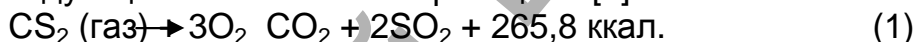
Кроме того, на основании экспериментальных исследований с учетом возможного биологического эффекта от УФ-облучения в каждом диапазоне определена величина длины волны УФИ (условное обозначение – λ_{\max}), при воздействии которой отмечается максимальный эффект того или иного воздействия УФ-облучения. Такими характерными особенностями или эффектами биологического воздействия УФИ на организм являются загарный и эритемный эффект, воспаление роговой оболочки глаза (кератит), развитие конъюнктивита (воспаление слизистых оболочек глаза), бактерицидное действие и др. Например, для излучения в диапазоне УФИ-С максимальное проявление бактерицидного действия УФИ отмечается при $\lambda_{\max} = 265$ нм, эритемное действие в большей степени проявляется при $\lambda_{\max} = 297$ нм, а загарное наиболее выражено, когда в потоке преобладает излучение с длиной волны равной 365 нм.

Таким образом, при возникновении негативного УФИ из-за возгорания сероуглерода люди, находящиеся на недопустимо близком расстоянии к источнику излучения могут приобрести серьезные травмы органов зрения и кожных покровов.

Основная часть

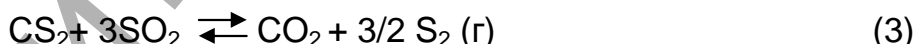
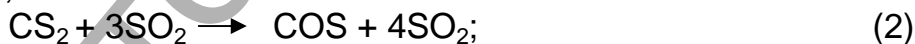
В Республике Беларусь наиболее известными предприятиями в вискозной промышленности являются ОАО «Светлогорскхимволокно», ОАО «Могилевхимволокно», ПТК «Химволокно» ОАО «Гродно Азот». На этих предприятиях в технологических процессах используются сероуглерод. Это опасное и сильнодействующее ядовитое вещество [1]. Недолжное обращение с сероуглеродом может привести к возникновению опасной чрезвычайной ситуации.

Рассмотрим химические свойства сероуглерода и реакции, протекающие с его участием для того, чтобы проанализировать особенности протекания процесса воспламенения. Сероуглерод является основным химическим продуктом, используемым в промышленности искусственных волокон, ядохимикатов для сельского хозяйства и других. Сероуглерод (химическая формула CS_2) представляет собой тяжелую бесцветную жидкость. Процесс горения на воздухе сопровождается следующей окислительной реакцией [2]



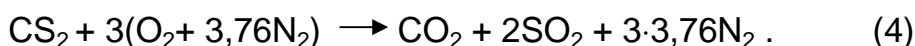
Если в ходе протекания данной реакции недостаточно воздуха, то продуктами горения будут являться угарный газ (CO), сероокись углерода (COS) и пары серы. Следует подчеркнуть, что реакции горения сероуглерода имеют цепной характер. Указанная особенность свидетельствует о следующих фактах:

- при нагревании сероуглерод взаимодействует с триоксидом серы и в результате образуется сероокись углерода (2);
- без катализатора реакция сероуглерода с диоксидом серы протекает довольно медленно (3);



На протекание цепных реакций оказывают влияние следующие факторы: температура, давление, объем газов, наличие примесей.

Чаще всего в условиях пожара процесс горения протекает не в среде чистого кислорода, а в воздухе. Как известно в состав воздуха входят следующие компоненты: азот (78 %), кислород (21 %), окислы азота, углекислый газ, инертные и другие газы (1%). Как правило, для расчетов принимают содержание в воздухе азота – 79 %, а кислорода – 21 %. В этом случае на один объем кислорода приходится 3,76 объемов азота. Согласно закону Авогадро молекулярный состав воздуха ($O_2 + 3,76N_2$). С учетом отмеченного необходимо переписать уравнение процесса горения (1) следующим образом:



В целом сероуглерод можно рассматривать как тиоангидрид тритиоугольной кислоты, а также его можно считать производным веществом от метана с учетом того, что атомы водорода замещены серой. Именно по этой причине по классификации сероуглерод занимает промежуточное положение между органическими и неорганическими веществами.

Сероуглерод, как было отмечено выше, относится к опасным и сильнодействующим ядовитым веществам. Хранение сероуглерода должно быть обеспечено на специальных складах в стальных емкостях объемом от 50 до 100 м³ под слоем воды. По этой причине на производствах сероуглерода предусматриваются 2 вида складов: 1 – склад сероуглерода-сырца, рассчитанный на 5–ти суточный запас; 2 – склад сероуглерода ректификата, рассчитанный на 15–ти суточный запас [3]. Следует отметить, что на предприятиях химических волокон, на которых не производится сероуглерод, должен быть склад сероуглерода-ректификата с расчетом на 15–ти суточный запас по мощности газоочистных сооружений. Все выше перечисленные требования к хранению сероуглерода на специальных складских помещениях позволяют сделать вывод о том, что действительно существует риск возникновения чрезвычайной ситуации в результате возгорания данного ядовитого вещества.

Таким образом, после рассмотрения свойств сероуглерода и особенностей его хранения следует перейти к методике расчета процесса возгорания сероуглерода на воздухе.

Расчет объема воздуха, необходимого для горения, предполагает следующие вычисления:

- 1) теоретического объема воздуха $V_B^{\text{теор}}$,
- 2) практического объема воздуха $V_B^{\text{пр}}$, затраченного на горение (с учетом коэффициента избытка воздуха).

Стехиометрическое количество воздуха в уравнении реакции горения предполагает, что при данном соотношении компонентов, участвующих в реакции горения, воздух расходуется полностью. Объем воздуха в данном случае называется теоретическим ($V_B^{\text{теор}}$).

Горение может происходить не только при стехиометрическом соотношении компонентов, но и при значительном отклонении от него. Как правило, в условиях пожара на сгорание вещества воздуха затрачивается больше, чем определяется теоретическим расчетом. Избыточный воздух ΔV_B в реакции горения не расходуется и удаляется из зоны реакции вместе с продуктами горения. Таким образом, практический объем воздуха равен

$$V_B^{\text{пр}} = V_B^{\text{теор}} + \Delta V_B, \quad (5)$$

и, следовательно, избыток воздуха будет равен

$$\Delta V_B = V_B^{\text{пр}} - V_B^{\text{теор}}. \quad (6)$$

Обычно в расчетах избыток воздуха при горении учитывается с помощью коэффициента избытка воздуха (α). Коэффициент избытка воздуха показывает, во сколько раз в зону горения поступило воздуха больше, чем это теоретически необходимо для полного сгорания вещества

$$\alpha = \frac{V_B^{\text{пр}}}{V_B^{\text{теор}}}. \quad (7)$$

Для горючих смесей стехиометрического состава (т.е. состава, соответствующего уравнению реакции горения) коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1$, при этом реальный расход воздуха равен теоретическому. В этом случае обеспечивается оптимальный режим горения.

При $\alpha > 1$ горючую смесь называют бедной по горючему компоненту, а при $\alpha < 1$ – богатой по горючему компоненту.

Избыток воздуха имеется только в смеси, бедной по горючему компоненту. Из формул (5) и (6) следует

$$\Delta V_B = V_B^{\text{теор}}(\alpha - 1). \quad (8)$$

В закрытом объеме диффузионное горение большинства горючих материалов возможно только до определенной пороговой концентрации кислорода, так называемой остаточной концентрации кислорода в продуктах горения $\varphi(\text{O}_2)^{\text{ПГ}}$. Для большинства органических веществ она составляет 12–16 % O_2 . Для некоторых веществ, в том числе для сероуглерода CS_2 горение возможно и при значительно меньшем содержании кислорода (до 5 % объемных O_2).

Таким образом, при известном содержании кислорода в продуктах горения, можно определить коэффициент избытка воздуха (коэффициент участия воздуха в горении) на реальном пожаре [4].

Согласно проведенным исследованиям, результаты которых представлены в [5], спектр пламени сероуглерода практически такой же как и спектр пламени серы, представленный на рисунке 1.

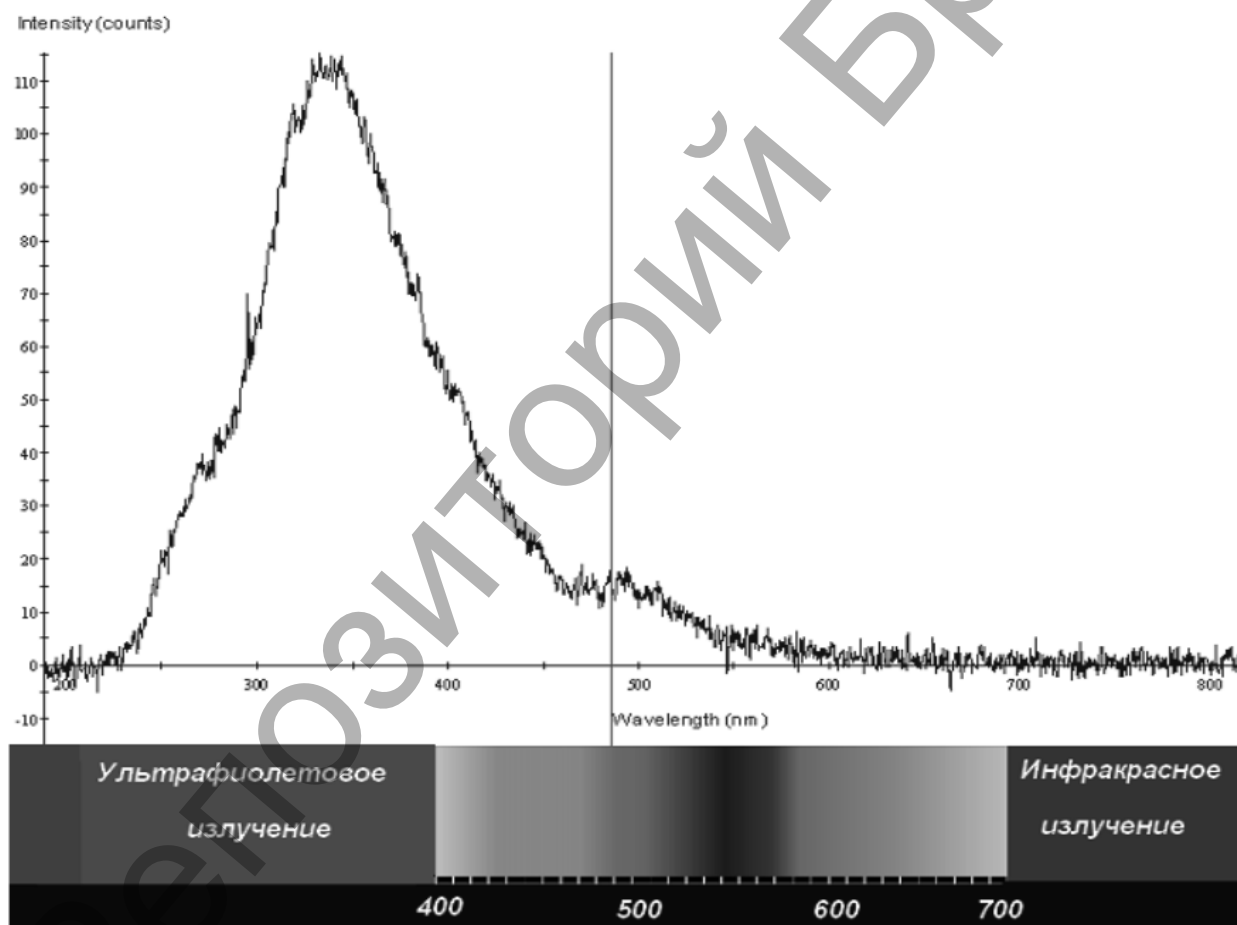


Рисунок 1 – Спектр пламени серы

Пояснения к рисунку 1: по оси абсцисс отображена длина волны излучения в нанометрах (nm), а по оси ординат – его интенсивность. Как видно из рисунка 1 максимальная интенсивность 110 дБ приходится 340 – 360 нм.

Таким образом, результаты данного экспериментального исследования свидетельствуют о том, что в процессе горения сероуглерода его пламя является источником УФИ.

Как отмечалось выше, УФИ при длительной и интенсивном облучении является опасным для здоровья человека, вследствие чего необходимо обязательно применять защитные меры [6]:

– использовать средства индивидуальной защиты (термозащитную одежду, специальные очки со светофильтрами, маски и т.д.);

– экранирование источника излучения (отражающие, поглощающие и другие экраны).

Важно отметить, что при тушении пожаров, которые возникли из-за возгорания сероуглерода, необходимо чтобы маски имели вентиляцию, иначе спасатели могут потерять сознание.

Заключение

В результате многих причин, основной из которых является нарушение правил хранения опасного сильнодействующего вещества – сероуглерода, существует большая вероятность возгорания данного вещества, что, в свою очередь, приводит к возникновению пламени, которое имеет спектр, занимающий в основном область УФИ (200...400 нм). В связи с созданием опасной чрезвычайной ситуации, необходимо учитывать и применять все способы защиты организма человека (особенно органов зрения и кожных покровов) от вредного УФИ. Исследования показывают, что использование только специальной защитной одежды, очков, щитков или масок недостаточно; необходимо ограждать источник УФИ специальными экранами (отражающими, поглощающими и др.). По этой причине, в дальнейших исследованиях, связанных с защитой организма человека от негативного УФИ, планируется провести моделирование и разработку специальных экранов, поверхность которых будет покрываться веществами, максимально поглощающими или отражающими ультрафиолетовые лучи.

Список литературы

1. Смуров, В.С. Производство сероуглерода / В.С. Смуров, Б.С. Аранович. – М. : Химия, 1966. – С. 272.

2. Пеликс, А.А. Химия и технология сероуглерода / Пеликс А.А., Аранович Б.С., Петров Е.А., Котомкина Р.В. – Л. : Химия, 1986. – С. 224.

3. Салтарович, В.М. Защита населения и хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях. Радиационная безопасность / В.М. Салтарович, А.В. Дolidович, В.В. Захарченко – Минск, 2007. – С. 223.

4. Брушлинский, Н.Н. Моделирование пожаров и взрывов / Н.Н. Брушлинский, А.Я. Корольченко. – М. : Пожнаука, 2000. – С. 492.

5. Пламя сероуглерода [Электронный ресурс] // Химия и Химики № 9, 2009 С. 21 – 28. Режим доступа: <http://chemistry-chemists.com/> №7_2009/4–11.pdf. – Дата доступа : 10.03.2014.

6. Бахтин, А.К. Меры безопасности при ликвидации последствий стихийных бедствий и производственных аварий / А.К. Бахтин. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – С. 287.

НАВОДНЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Таратунин А. А.

РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г. Минск, Республика Беларусь, taratunin@tut.by

The article deals with the question of the reasons for growth in the number of outstanding and catastrophic flooding on the Earth. According to the author, one of the main reasons of this growth is the anthropogenic influence

Введение

В современных научных исследованиях, посвященных вопросам наводнений прослеживается мысль о том, что частота наводнений усиливается от тысячелетия к тысячелетию, и одной из причин роста частоты катастрофических наводнений в последние десятилетия XX века является глобальное «потепление» климата.

Сейчас археологами, историками, другими специалистами из разных стран мира проделана большая работа по исследованию катастрофических наводнений. Результаты исследований показывают, что выдающиеся и катастрофические наводнения, как и в наше время, происходили практически во всех районах Земного шара.

Имеющиеся инструментальные количественные характеристики климатических данных не позволяют в полной мере ответить утвердительно на вопрос, что причиной роста выдающихся и катастрофических наводнений связано с изменением климатических условий

Анализ причин возникновения наводнений

Наводнения являются одним из видов стихийных бедствий, которые практически ежегодно наблюдаются на всех континентах нашей планеты.

В естественных условиях ежегодные затопления тех или иных обширных территорий это закономерный процесс и представляют собой гидрологические явления, обусловленные климатическими, геологическими, геоморфологическими, рельефными, почвенно-растительными и др. условиями, за исключением тех случаев, когда они вызваны прорывами или оползнями.

При этом данная фаза водного режима имеет и свое определение в зависимости от условий формирования и времени прохождения (половодье, паводок, затор, зажор...), и человек меньше всего обращает на них внимание до тех пор, пока не затрагиваются его жизненные интересы. Поэтому, – «...под наводнением понимается затопление водой прилегающей к реке или озеру местности, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей» [1]. Таким образом, все то, что было естественным до освоения периодически затапливаемых земель, в современных условиях стало стихийным бедствием – наводнением.

Затопление же водой местности, не сопровождающееся ущербом, есть естественный многовековой процесс водотоков и водоемов.

С увеличением населения на Земном шаре, развитием хозяйства, освоением прибрежных морских участков земли, речных долин, антропогенного воздействия на окружающую природную среду растет и периодичность наводнений.

Наибольший ущерб экономике наносят выдающиеся и катастрофические наводнения обеспеченностью 2–1% и менее, отличительными чертами которых являются высокий уровень подъема воды, большие площади и продолжительность затопления. По оценкам ООН, до 10% общей площади стран, территории которых подвержены катастрофическим наводнениям, могут быть затоплены водами паводий и паводков. Так в бывшем СССР возможно затопление наводнениями до 500 тыс. км² (2,2% площади страны), в США – 280 тыс. км² (3%), в Бразилии – 300 тыс. км² (3,5%), в Индии – 250 тыс. м² (7,5%) [2].

В Китае за два последних тысячелетия 1 раз в каждые два года происходило катастрофическое наводнение. В 1931 г., наводнение на реке Янцзы унесло 140 тыс. человеческих жизней. Было затоплено 300 тыс. км² территории в бассейне реки, из которых около 5 млн га составляли сельхозугодия. [3]

В Индии в 1980 г. во время наводнения было затоплено более 1 млн. га земель, из которых 50% составляли сельхозугодия. На затопленной территории оказались миллионы человек, а материальный ущерб превысил 300 млн. долл. Наводнение 1987 г. на территории Бангладеш нанесло ущерб в размере 1,5 млрд. долл. Погибло 700 человек, разрушено около 2 млн. домов.

В Европе катастрофические наводнения наблюдались в долинах рек Дуная, Тиссы, Луары, Сены, Рейна, По, Арно, Днестра, Днепра, Невы, Припяти, и др. В 1879 г. в результате наводнения на реке Тисса был полностью уничтожен Венгерский город Сегед. В 1966 г. во время наводнения во Флоренции погибло 36 человек, а общий ущерб составил порядка 640 млн долл. Одним из наиболее разрушительных наводнений в Европе считается катастрофический нагон на побережье Северного моря в 1963 г., который нанес огромный материальный ущерб Великобритании, Германии и особенно Нидерландам. Резкий подъем уровня воды в устьях рек Рейна, Мааса, Шельды и др. вызвал разрушение защитных дамб. В Нидерландах под водой оказалось 8% территории и погибло 2 тыс. человек [4]. В 1972 г. годовой ущерб от наводнений в США составил 4,4 млрд. долл., погибло 550 человек; 1979 г. ущерб оценивался в 4 млрд. долл., число жертв – 100 чел. [5].

В России, в настоящее время, в зоне затопления находятся 746 городов, десятки тысяч населенных пунктов с населением более 4,6 млн человек, миллионы гектаров плодородных земель, а также много других народнохозяйственных объектов. В среднемноголетнем исчислении материальный ущерб от наводнений, не считая экологического ущерба, составляет по России примерно 1 млрд. у. е. [6].

В Республике Беларусь в сведениях, сохранившихся с древних времен, катастрофические наводнения наблюдались в 1108, 1255, 1687, 1709, 1760, 1818, 1844, 1845, 1931 гг. За последние 65 лет выдающиеся и катастрофические наводнения, которые принесли значительный ущерб, были отмечены в

1956, 1958, 1974, 1979, 1993 и 1999 г. Суммарная площадь затопления при отметках уровней воды 50 % вероятности превышения (повторяемостью 1 раз в 2 года) составляет 35,06 км², а 1 % вероятности превышения (повторяемостью 1 раз в 100 лет) – 16560 км². В период наводнений 50 % обеспеченности основной ущерб приходится на сельское хозяйство и составляет порядка 31 млн руб., в т.ч. в пойме р. Припяти 18.4 млн руб. (в ценах 1990 г), а во время прохождения катастрофического наводнения расчетный ущерб по Республике Беларусь оценивается в сумме 87,76 млн руб. [7]. Основная доля ущерба приходится на сельское хозяйство и составляет 86,7 % (76,1 млн руб.).

Данные международного Глобального кадастра наводнений, который ведется с 1985 г. Дартмутской обсерваторией США (Dartmouth Flood Observatory 1985–2008 [8, электронный ресурс] позволили провести анализ распространения наводнений, выделить районы, наиболее подверженные тому или иному типу наводнения, сравнить площади затронутых наводнением экономико-административных регионов, число погибших и эвакуированных из зоны бедствия, сравнить материальный ущерб в сопоставимых единицах и пр.

С начала ведения кадастра по 2008 г. включительно (за 24 года) в кадастр было занесено 3467 наводнений, в том числе, согласно принятой обсерваторией классификации, первого класса – повторяемостью 1 раз в интервале 10–20 лет – 2798; второго класса, повторяемостью 1 раз в интервале от 20 до 100 лет – 548 и третьего класса, повторяемостью 1 раз в 100 и более лет – 120.

По континентам наводнения распределились в следующем порядке: Азия – 1660; Северная, Центральная Америка и Вест-Индия -588; Африка – 481; Европа – 329; Южная Америка – 260; Австралия и Океания – 148.

Из общего количества занесенных в реестр наводнений 49 % приходится на территорию Азии, а остальные 51 % распределились по остальным пяти континентам. Это соотношение сохраняется и при распределении наводнений 1 класса и уменьшается при распределении наводнений 2 и 3 класса соответственно до 39 и 37 %. На долю Европы от общего числа наводнений приходится от 9 до 23 %, Северную, Центральную Америку и Вест-Индию – от 15 до 26 %, Южную Америку – от 5 до 8 %, Африку – от 3 до 15 %, Австралию и Океанию – от 4 до 12 %. При этом мы видим, что в Европе доля катастрофических наводнений возросла по сравнению с общим числом наводнений практически в 2,6 раза. Однако, лидирующее место во все годы за рассматриваемый период во всех случаях занимает Азия.

За 24 года от наводнений в разных регионах Земли пострадало 170 стран. Наибольшее число стран, при этом, пришлось на африканский континент – 48, из которых в 18 странах (37,5 % общего числа) зафиксировано от 11 до 47 наводнений.

Наибольшее количество наводнений за рассматриваемый период было отмечено на территории США (338) и Китая (311) – странах, сопоставимых по занимаемой территории, Индии (190), Индонезии (149), Филиппин (139), Вьетнама (100).

Суммарный ущерб только ¼ из общего числа занесенных в реестр наводнений составил более 833 млрд. долл. США. Фактический ущерб от наводне-

ний, даже по скромным подсчетам, составил не менее 2000 млрд. долл. (ежегодно порядка 80–100 млрд долл.)

Наибольший ущерб характерен для территорий США, Китая, Западной Европы, где в конце XX – начале XXI веков неоднократно наблюдались наводнения с ущербом более 1 млрд долларов.

Анализ собранных данных за рассматриваемый период времени показывает, что несмотря на принимаемые всеми странами меры по предотвращению и защите, идет тенденция роста количества наводнений. В 1985–89 гг. количество наводнений в среднем за год составляло – 80, в 1990–94 гг. – 110, в 1995–99 гг. – 132, в 2000–04 гг. – 204 и в 2005–08 гг. – 206). Если в первые годы рост количества наводнений можно было отнести к совершенствованию системы сбора информации, то последующее увеличение можно смело отнести к изменению климатических условий, которое наблюдается в последние годы.

Причиной роста количества наводнений являются не только интенсивное освоение периодически и потенциально затопляемых территорий и совершенствование системы сбора информации обо всех особо опасных природных явлениях, но и те процессы, которые наблюдаются в последние годы в изменении климата.

Несмотря на дискуссионность проблемы причин потепления климата, к этой возможной причине роста числа наводнений следует относиться с повышенным вниманием, поскольку для ряда регионов свойственна высокая связь между глобальной температурой и увеличением количества тропических циклонов, ураганов, тайфунов и принесенных ими осадков.

Как это парадоксально ни звучит, но чем выше уровень цивилизации, тем больше ущерба от наводнений!

Действительно, несмотря на многовековой опыт защиты от наводнений, совершенствования строительства защитных сооружений, дамб обвалования, водохранилищ для перераспределения стока и срезки максимальных уровней, совершенствовании системы прогноза и других мер человечество стоит перед фактом – ущерба от наводнений продолжают расти практически во всех странах мира.

Потери от наводнений имеют устойчивую тенденцию к росту, в связи с различными явлениями глобального и локального антропогенного воздействия на окружающую среду.

Хозяйственная деятельность человека, его вмешательство в природу, ее естественные процессы в значительной степени изменили ситуацию в целых речных бассейнах. Наводнения могут усиливаться в результате такого вмешательства человека в окружающую среду, как сельскохозяйственная деятельность, урбанизация, вырубка лесов и пр. Так, в результате интенсивного освоения водосборных бассейнов и нарушения на них стокорегулирующих условий, в частности от вырубки лесов, произошло повышение объема поверхностного максимального стока и соответственно максимальных расходов воды паводков и паводков.

Как показывает мировой опыт, в результате вырубки лесов, например на территории Перу и Эквадора с 1968 по 1978 гг., отметки максимальных уров-

ней воды в период прохождения паводков постоянно повышались. В районе г. Икитолс (Перу) в 60-е годы при паводке средней обеспеченности уровень воды составлял 25 м, а в 70-е – 26,2–27,5 м. Среднегодовая разница высшего и низшего уровней составляет 20 м. В то же время темпы лесосведения в тропических лесах Южной Америки увеличиваются. Так, в Бразилии в долине Амазонки за 15 лет сведено более 55 млн га лесов, в районе Перуанских Анд к 1980 г. было вырублено 5,1 млн га [9].

На увеличение максимального стока значительно влияет осушение болот, которые являются естественными аккумуляторами воды. На основе исследований, проведенных в Карелии, наглядно видна роль болот лесной зоны. При высокой интенсивности осушительных мероприятий среднегодовой сток увеличился с 8 до 22%. Максимальный среднесуточный модуль стока весеннего половодья на неосушенном водосборе почти в 2 раза меньше, чем на осушенном. Максимальные модули дождевых паводков на осушенных водосборах увеличиваются на 60–160%. За период наблюдений, проведенных на юго-востоке Финляндии в 1935–1979 гг., было определено, что осушение болот привело к росту всех характеристик стока. Среднегодовой сток увеличился на 93 мм (43%), максимальный расход при летнем паводке – на 131% [10].

Наблюдения, проведенные в нечерноземной зоне в России, показывают, что в результате осушения земель весенний сток рек увеличился на 20–25%. В результате проведенных мероприятий годовой сток отрегулированных рек увеличился в среднем на 16–23%, а в многоводные годы, с вероятностью превышения стока менее 10%, – до 40% [11].

Исследования, которые были проведены в Белоруссии, показали, что интенсивные работы по осушению земель в конце XX века существенно изменили гидрологическую обстановку в бассейне р. Припять. В результате осушения болот, ликвидации пойменных емкостей (строительства польдерных мистем), переливов в другие водосборы нарушился естественный режим уровней и расходов воды многих рек. Это привело к ретрансформации паводков, увеличению частоты затопления и повышению уровней воды при прохождении половодий. Так, после осушения земель в бассейне р. Ясельда ее сток, как показывают наблюдения, увеличился на 27% [12].

Уменьшение инфильтрационных свойств почв в результате урбанизации территории является основной причиной усиления максимального стока в городах. Проведенные в США исследования на небольших городских водосборах показали, что при покрытии 12% площади водонепроницаемыми материалами (бетон, асфальт) средний расход паводка составляет 17,8 м³/с, время добегания волны паводка – 3,5 ч. При 40% покрытии средний расход паводка уже составляет 57,8 м³/с, а время добегания – 0,4 ч. т. е. при увеличении водонепроницаемых покрытий в 3 раза расходы паводков также увеличились в 3 раза, а время добегания паводковой волны уменьшилось в 7 раз. Аналогичные исследования, проведенные в других странах, показали, что в результате урбанизации за последние десятилетия максимальные расходы паводков в городах увеличились: в Канаде в 3, Японии – 2,5, Англии – 1,5 раза [13].

Одной из самых основных причин роста ущерба от наводнений является увеличение численности населения на периодически затапливаемых землях (особенно в странах Азии и Африки), интенсивное хозяйственное их использование, часто непродуманное и необоснованное строительство плотин, мостов, дорог и других объектов, размещение жилых и производственных построек в зонах, находящихся под постоянной угрозой затопления, без надлежащего планирования и принятия защитных мер.

Нередки случаи роста ущербов из-за наводнений от необоснованной уверенности, что построенные защитные сооружения могут защитить от любого наводнения и, как следствие этого, интенсивное строительство и использование пойменных земель, а также в момент угрозы несвоевременное принятие мер по эвакуации населения и материальных ценностей из зоны затопления.

Несмотря на то, что наводнения стали явлением глобального масштаба и почти ежегодно приносят неисчислимые бедствия и материальные ущербы, до сих пор нет единой системы комплексного учета ущерба, который причиняется наводнениями, не разработана и не принята всеми странами единая концепция защиты и снижения ущербов от наводнений.

В настоящее время во время «Международного десятилетия по уменьшению опасности стихийных бедствий» ведутся работы по разработке и принятию проекта руководящих принципов по предупреждению наводнений и защите от них.

Первоочередной задачей всех стран мира является разработка и организация достоверного учета прямых действительных и косвенных ущербов, наносимых наводнениями, создание международного банка данным об ущербах, разработка и принятие руководящих принципов по предупреждению наводнений, защите и снижению ущербов от них.

Необходимо также разработать и установить основные требования, регламентирующие использование земель, подверженных периодическим затоплениям, и международную систему страхования от катастрофических наводнений.

Для эффективности мероприятий по уменьшения опасности от наводнений необходима разработка единого принципа использования ГИС, которая позволит:

- учитывать максимальное число факторов, влияющих на условия формирования наводнений,
- совершенствовать систему прогнозирования максимальных уровней и расходов воды,
- планировать мероприятия по пропуску максимальных расходов и снижению критических уровней воды,
- планировать мероприятия по защите от затопления,
- планировать эвакуацию людей и материальных ценностей,
- снижать (минимизировать) ущерб от наводнений,
- использование ГИС во всех регионах, подверженных наводнениям, с учетом местных условий.

Хорошо известно, что затраты на предотвращение стихийных бедствий в десятки-сотни раз меньше, чем затраты на ликвидацию их последствий, и это должно быть основным принципом снижения ущерба от наводнений.

Заключение

Таким образом, ответить однозначно на вопрос, на сколько действительно глобальное «потепление» климата ведет к росту количества наводнений очень сложно, так как в настоящее время, несмотря на значительный опыт и накопленный материал по климатическим характеристикам, теория климата не достигла такого уровня, чтобы однозначно объяснять причины формирования длительных тенденций изменения климата в сторону потепления или похолодания, сухости или переувлажнения. Еще более трудным является предвидение, на базе количественных теорий предвычислений (предсказаний), будущих изменений климата и климатических экстримов и, как следствие, количества выдающихся и катастрофических наводнений.

Список литературы

1. Нежиховский Р. А. Наводнения на реках и озерах. Л., Гидрометеиздат, 1988. 184 с.
2. Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шарапов В. А. Водохранилища. – М., Мысль, 1987, 375 с.
3. Flood damage prevention and control in China. Report of a study Tour and Workshop in the Peoples Republic of China. 16–131 Oct. 1980// Natur. Resour./ Water ser. 1983. N 11. – 121 p.
4. Der Philips Damm – Sturmflutschutz mit SuBwasser//Salzwasser-Trennsystem.Int. – 1982.- 13, № P. 3–8.
5. Marrero J. Flash;Floods//Weatherwise.- 1980. – 33,№1.-P.21–23.
6. Таратунин А.А. Наводнения на территории Российской Федерации. Екатеринбург., УРЦ «Аэрокосмоэкология», 2008, 375 с.
7. Рутковский П.П. Проблема наводнений в Республике Беларусь и пути ее решения.// Природные ресурсы. № 2 2001. с. 59–63
8. Dartmouth Flood Observatory, 1985–2008 [электронный ресурс]: Global Register of Large River Flood Events. Dartmouth College, Department of Geography (Hanover, USA). – Режим доступа: <http://www.dartmouth.edu/~floods/>. – Загл. с экрана. Яз. англ.
9. Gentry A.H., Lopes Parody J. Deforestation and increased flooding of the Upper Amazon // Science.1980. V. 210. № 4476. P. 1354–1356.
10. Seuna P. Long-term influence of forestry drainage on the hydrology of an open bog in Finland // IAHS / AISH Publ.- 1980.- № 130.-P.141–149.
11. Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов. Л.,1976 182 с.
12. Проблемы Полесья. Минск.1984. № 9
13. Hinsch R.M. The interaction of channel size and flood discharges for basins undergoing urbanization // IAHS/AIHS Publ.- 1977. – №123 – P.83–92.

ПРОГНОЗ ОПАСНЫХ, НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ И ДОВЕДЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ДО ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Четырко М.М.

Государственное учреждение «Республиканский гидрометеорологический центр», г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: sin0@pogoda.by

Forecast and warning of severe weather is one of the main tasks of the hydro-meteorological service in the field of hydrometeorological safety. Severe weather hazards allow the organization to provide timely work on the consequences of floods minimalization.

Введение

Ежегодно в мире наблюдаются различные стихийные явления природного характера, в результате которых гибнут люди, наносится значительный материальный ущерб хозяйству страны. Девять из 10 стихийных бедствий связаны с опасными гидрометеорологическими явлениями. Не стал исключением 2013 год: сильная засуха в Бразилии, торнадо в США, масштабные наводнения в Индии, на Дальнем востоке России и в американском штате Колорадо, пожар в Калифорнии, супер тайфун в Филиппинах и очень сильный ветер в Великобритании.

В Беларуси самый значительный разгул стихии наблюдался в середине марта 2013 года, связанный с южным циклоном, получившим название «Хавьер» (у немецких метеорологов).

Основная часть

В каждой стране, в зависимости от ее физико-географического положения, существуют свои критерии опасных метеорологических явлений (ОМЯ). Согласно существующим правилам составления прогнозов погоды, к опасным метеорологическим явлениям относят природные процессы и явления, возникающие в атмосфере, которые по своей интенсивности (силе), масштабу распространения и продолжительности оказывают или могут оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую среду [1].

Большинство наблюдаемых опасных явлений носят локальный характер. Однако, такие явления, как заморозки, очень сильный ветер, очень сильные дожди, очень сильные снегопады, чрезвычайная пожарная опасность, в отдельные годы охватывают значительную часть территории Беларуси.

В целом, в 2013 году в Беларуси наблюдалось 17 случаев возникновения ОМЯ (рисунки 1, 2). Наступает весеннее-летний период, и как показывает анализ статистики по ОМЯ за предыдущие годы, их возникновение чаще всего приходится на теплый период года. Такие ОМЯ как шквал, очень сильные ливни, град, смерчи связаны с кучево-дождевыми (грозовыми) облаками, и они

носят локальный характер. Однако, даже при современном уровне развития науки с большой заблаговременностью указать время и место образования таких облаков практически невозможно, прежде всего, в виду их физических свойств. Кроме того, не следует забывать, что грозовое облако обладает колоссальным зарядом энергии: только молниевая вспышка может обеспечить свечение 100-ваттовой лампы в течение 3 месяцев, а воздушный канал, по которому продвигается молния, может разогреваться до 10000 – 33000°C – это выше, чем температура поверхности Солнца. При этом, грозовое облако в среднем имеет диаметр от 20 до 40 км, а продолжительность его жизни составляет от 30 минут до 1 часа. Такое сложное природное явление трудно прогнозировать, то есть сложно определить, где оно образуется и какой будет интенсивности даже в ближайшие 12 часов [2]. О потенциале и скорости перемещения грозовых облаков можно судить лишь в случае, если они вошли в 200 км зону и появились на экране метеорадара.

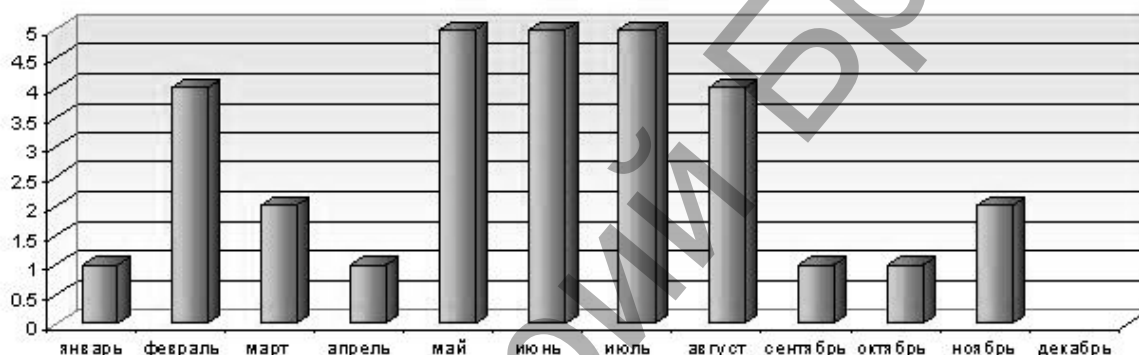


Рисунок 1 – Распределение числа случаев опасных явлений по месяцам в 2013 г.

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
A	A	⚡	▲	⚡	⚡	⚡	⚡	▼	▼	⚡	
	⚡	▲		⚡	⚡	⚡	⚡			▼	
	⚡			⚡	⚡	⚡	A				
	▲			⚡	⚡	A	▼				
				▲	A	▼					
⚡	Ветер, в том числе шквал					▼		Низкие уровни воды			
⚡	Очень сильный дождь					▲		Высокие уровни воды			
⚡	Град					⚡		Сильный снег			
A	Агрометеорологические явления холодного периода					⚡		Налипание мокрого снега			
A	Агрометеорологические явления теплого периода										

Рисунок 2 – Распределение видов опасных явлений по месяцам в 2013 г.

Существует мнение, что в последние годы стало больше опасных гидрометеорологических явлений. На самом деле, за последние 40 лет количество ОМЯ на территории Беларуси не увеличилось, а благодаря средствам массовой информации и интернету, информация об ОМЯ стала общеизвестной и более доступной (рисунок 3). В то же время, интенсивность ОМЯ несколько возросла, особенно в случае, связанном с выпадением осадков. Например, число очень сильных дождей (ливней) с количеством осадков более 100 мм за период с 1966 по 2013 год было зарегистрировано в 30 случаях, из которых 24 случая были зафиксированы после 1990 года.

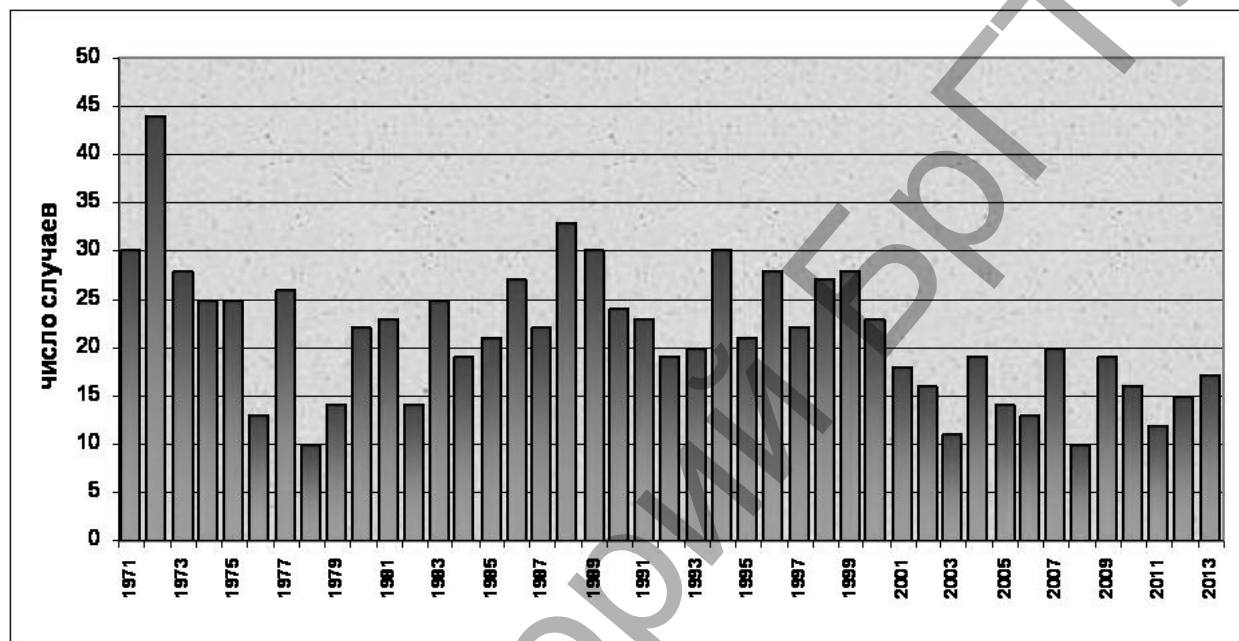


Рисунок 3 – Число случаев возникновения опасных явлений 1971–2013 гг.

Следует отметить, что из опасных явлений в Беларуси чаще всего наблюдаются очень сильные дожди. На втором месте по повторяемости находятся случаи возникновения очень сильного ветра со скоростью более 25 м/с. В последние годы возросло количество случаев возникновения такого ОЯ, как жара. Выделяется 2010 год, на протяжении которого на многих метеостанциях был превышен абсолютный максимум, с температурой воздуха более 35°. В указанный период в аэропорту г. Гомеля (8 августа) был установлен новый температурный рекорд для Беларуси – +39,2°.

В ГУ «Республиканский гидрометеоцентр» (РГМЦ), на базе современной глобальной численной модели Гидрометцентра России (ГМЦ России), внедрена в оперативную практику технология региональной численной модели на 48 часов вперед, адаптированная для территории Беларуси. Проводилась работа по созданию компьютерной технологии краткосрочного прогноза (на 12–18 часов вперед) опасных явлений, связанных с зонами активной конвекции (сильных ливней и шквалов) по методике Алексеевой А.А.

Для городов Республики Беларусь широко используются данные оперативной численной схемы прогноза приземной температуры и количества осадков с заблаговременностью до 72–120 ч, обрабатываемые по методике Багрова А.Н.

Организована передача в РГМЦ продукции мезомасштабной модели COSMO-RU/7км и её использование в прогностических подразделениях Беларуси. Используется Мезомасштабная модель, автором которой является Прессман Д.Я. (ГМЦ России).

При подготовке прогностической гидрометеорологической продукции используются графики прогноза сглаженного хода среднесуточной температуры воздуха на месяц.

В отделе метпрогнозов используются прогностические значения глобальной модели UM (Unified Model) гидрометеослужбы Великобритании с заблаговременностью определения температуры и осадков соответственно – 144 и 120 часов. Прогностические данные в коде GRIB распределяются Метеорологическим бюро Великобритании на FTP-сервере. С использованием этих данных, проводится расчет грозы по Вайтингу и Решетову Г.Д., гололеда – по ФИО Ягудину Р.А.

В РГМЦ действует автоматическая информационная система штормовых оповещений, поступающих с сети метеонаблюдений в коде WAREP с отображением в расшифрованном виде на мониторе компьютера, а также в виде светового сигнала на специальной штормовой карте в режиме реального времени. Принципиально новым для нас техническим средством явилась системы «Варяг» и «Метеогамма», позволяющие анализировать облачность по данным спутников серии NOAA.

Создан и проходит адаптацию программный комплекс обработки гидрометеорологической информации PROMETEI. Разработана и установлена новая версия системы визуализации гидрометеорологических данных «Изограф», включающая новые разработанные программные возможности и переработанную документацию.

Конкретная отдача от использования методов и технологий, разработанных в рамках Программы Союзного государства для заблаговременного прогнозирования опасных явлений погоды следующая: на 15% увеличилась заблаговременность штормовых предупреждений (при средней оправдываемости предупреждений об опасных явлениях – 96%), что соответствует уровню оправдываемости в других странах. Количество потребителей и объем выдаваемой информации за последние 5 лет выросли в 2 раза, а сумма доходов, полученных за счет специализированного гидрометеорологического обеспечения, выросла в 5 раз; кардинально изменилась технология доведения информации до потребителей: В частности, широко используется электронная почта, а также система Venta-fax. Современные технические средства позволили изменить дизайн современной гидрометеорологической продукции, что играет немаловажную роль для правильного восприятия прогностической информации, особенно предупреждений об опасных явлениях. Разработаны и внедрены новые виды услуг для населения (изготовление Паспортов погоды и ответы по автоответчику погоды, наряду с прогнозами, медицинских рекомендаций для метеозависимых людей).

В зависимости от развития атмосферных процессов, в отделе метеорологических прогнозов составляется штормовое предупреждение об ОМЯ. Согласно схеме оповещения, прогноз ОМЯ рассылается в органы госуправления, Министерство по чрезвычайным ситуациям (МЧС), областные гидрометеорологические центры, на веб-сайт РГМЦ, Средства массовой информации (СМИ) и др. (рисунок 4).

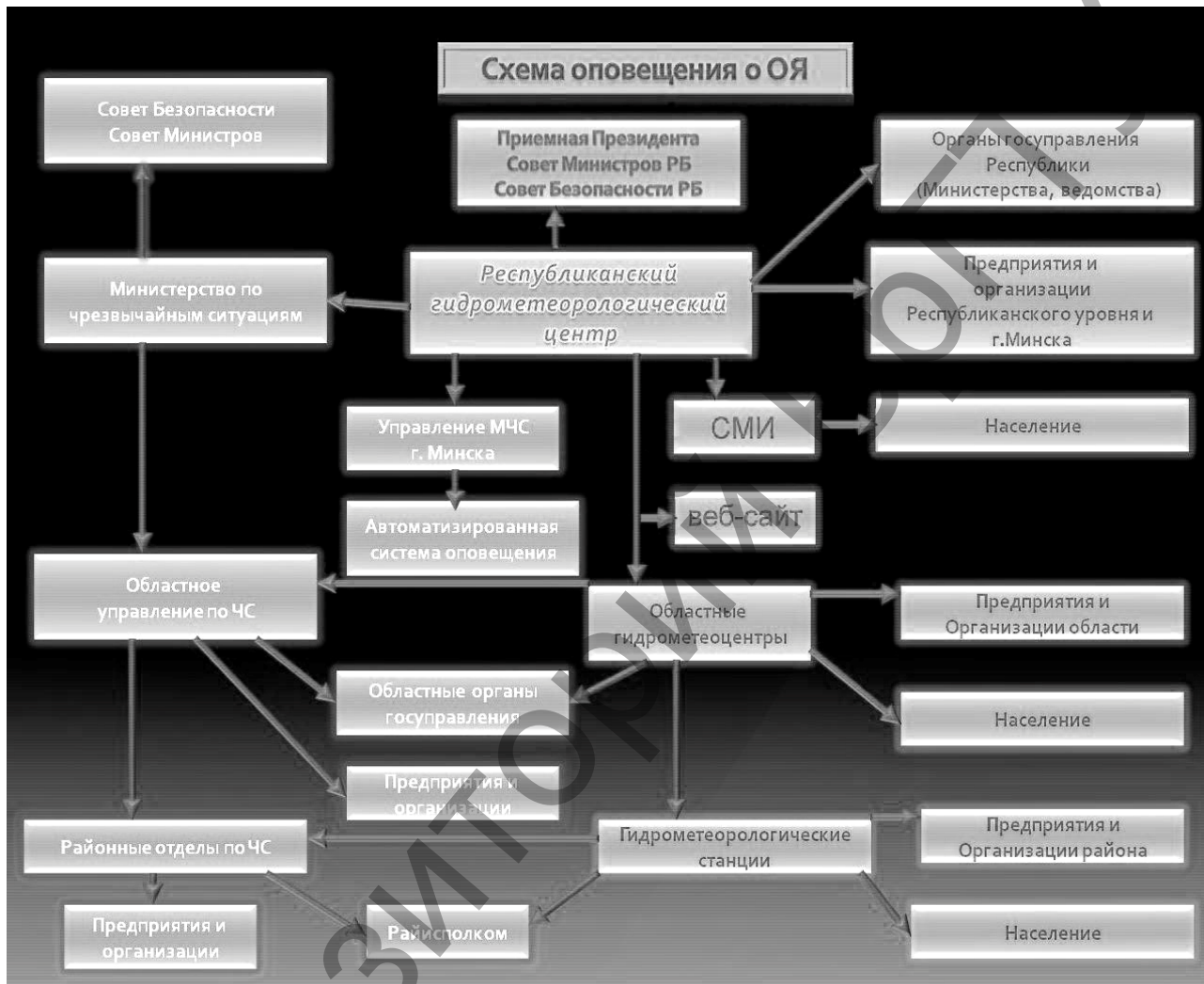


Рисунок 4 – схема оповещения потребителей о опасных явлениях

Решающее значение при обеспечении гидрометеорологической безопасности имеет тесное взаимодействие с МЧС. Оно осуществляется на основе плана-схемы, разработанного в соответствии с Законом Республики Беларусь «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [3].

Особое место в доведении до населения предупреждения об ОМЯ принадлежит СМИ. Согласно «Положению о передаче гидрометеорологической информации», Национальная государственная телерадиокомпания Республики Беларусь организует, специальные выпуски с предупреждениями о возникновении стихийных гидрометеорологических явлений не позднее чем 15 минут после их поступления. Кроме того, предупреждения передаются БелТА на все телевизионные и радио каналы страны (для дальнейшего распространения).

Во многих национальных гидрометеорологических службах мира, в ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр» – с 2013 года, в целях оптимизации зрительного восприятия прогнозов погоды, введен специальный цветовой код, который позволяет в доступной форме сообщить, насколько серьезными являются погодные условия. Шкала кода состоит из 4 цветов, которые представляют собой следующие градации рисков прогнозируемых явлений погоды:

зеленый – *погода неопасна*, опасных и неблагоприятных явлений погоды не ожидается;

желтый – *погода потенциально опасна*, ожидаемые неблагоприятные явления погоды могут представлять опасность для отдельных видов социально-экономической деятельности;

оранжевый – *погода опасна*, на большей части территории ожидаются неблагоприятные явления, местами – опасные явления. Могут негативно повлиять на социально-экономическую деятельность и привести к значительному материальному ущербу, а также возможны человеческие жертвы;

красный – *погода очень опасна*, ожидаются метеорологические явления экстремальной интенсивности. Могут вызвать серьезный материальный ущерб и человеческие жертвы.

Ярким примером визуализации сложных погодных условий служит вышеупомянутый средиземноморский циклон «Хавьер», который смещался через территорию нашей страны 15 марта 2013 года. Информация об ожидаемых сложных погодных условиях в СМИ и органы госуправления Беларуси была отправлена за 5 дней. Накануне, 14 марта, было составлено предупреждение о комплексе опасных и неблагоприятных метеорологических явлений, таких как сильный и очень сильный снег, метель, снежные заносы, сильный порывистый ветер, с уточнением районов. Согласно шкале цветового кода, в республике ожидалась опасная (оранжевый) и очень опасная (красный) погода.

Фактически во многих регионах республики наблюдались очень сложные погодные условия. На большей части территории страны прошли сильные осадки, в основном в виде снега, по юго-востоку – дожди, переходящие в мокрый снег. В южных и центральных районах Беларуси отмечался очень сильный снег (до 26 мм на метеостанции Горки). Осадки сопровождались сильным порывистым ветром (до 15–24 м/с), наблюдалась очень сильная метель, снежные заносы, местами по юго-востоку отмечалось налипание мокрого снега. Следует отметить, что такой масштабы географического охвата территории исключительно сложными погодными условиями не наблюдалось в Беларуси на протяжении последних 40 лет.

Заключение

Как показала практика, суммарный экономический ущерб от ОМЯ достигает от нескольких десятков до нескольких сотен миллиардов белорусских рублей и, следовательно, становится понятным, насколько уязвимой в настоящее время является экономика и население страны в отношении опасных гидрометеорологических явлений, и насколько высокие требования предъявляются к Службе гидрометеорологических прогнозов Беларуси. На примере циклона «Хавьер» видно,

что при получении штормового сообщения об ОМЯ, необходимо реализовывать соответствующие защитные мероприятия, направленные на снижение уровня социально-экономического ущерба. В связи с этим, одной из первоочередных задач гидрометеорологической службы в области обеспечения гидрометеорологической безопасности является прогноз и предупреждения об ОМЯ, которые являются предпосылками своевременной эффективной организации работ по минимизации разрушений и последствий стихии.

Список литературы

1. Правила составления краткосрочных прогнозов погоды общего назначения – Минск, 2008. – С. 4–13.

2. Белоусов С.Л., Васильев А.А. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть 1 – Ленинград, Гидрометеиздат, 1986. – С. 362–565.

3. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Закон Республики Беларусь от 05.05.1998 г.: в ред. Законов Респ. Беларусь от 04.01.2003 г., от 14.06.2005 г., от 21.07.2008 г., от 09.11.2009 г. // Консультант Плюс: Беларусь [Электрон. ресурс] / ООО «Юр-Спектр», Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2012.

УДК 614.8.084:510

ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОПТИМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПРИ ОГРАНИЧЕННОСТИ ОПОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Шведовский П.В. *, Шведовская Д.В. **, Волчек А.А. *, Клебанюк Д.Н. *

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, ofiq@bstu.by

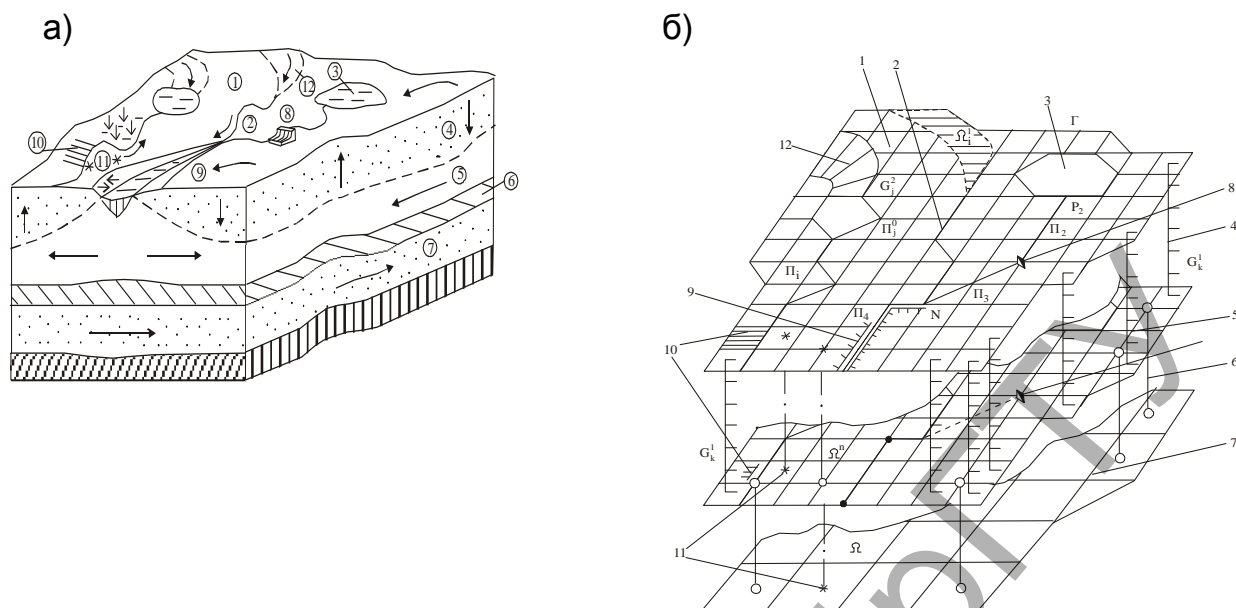
**Учреждение образования «Брестский государственный университет им А.С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь

In article features of an assessment of parameters of reliability and stability, and also probability of optimum performance of systems are considered. The special attention is paid to search of decisions at limitation of aprioristic information.

Введение

На сложность решения проблемы оценки экологической устойчивости и вероятности прогноза оптимального функционирования систем указывает схема формирования информационных полей региона, которая представлена на рисунке 1.

Масштабы прямого и косвенного ущерба от последствий, связанных с нарушением оптимального функционирования систем, предъявляют особые требования к методам прогнозирования как самих событий, так и экстремальных значений параметров надежности и устойчивости.



а – компонентная, б – информационно – структурная; 1 – поверхностный сток (G_j^2);
 2 – речная сеть (Π); 3 – водоемы (Γ); 4 – область фильтрационных потоков;
 5 – область грунтовых вод (Ω^n); 6 – область напорных подземных вод (Ω);
 7 – подземный сток; 8 – инженерные сооружения (N); 9 – область пойменных
 процессов; 10 – область действия поверхностных водохозяйственных систем (P);
 11 – область действия глубинных хозяйственных систем; 12 – область склонового стока

Рисунок 1 – Схема формирования информационных полей

Основы оценки вероятности оптимального функционирования

Оптимальность функционирования систем достаточно полно задается параметрами экологической надёжности и устойчивости. В общем случае, вероятность оптимального функционирования систем (\hat{p}) может быть определена точечной оценкой, так как каждая из них функционирует в специфических условиях и достигает критического уровня по строго нефиксированному влиянию подсистем и сочетанию компонент.

Однако, такая оценочная функция является несмещённой, состоятельной и эффективной только при $n \rightarrow \infty$, т. е. большом количестве рецензированных подсистем. Так как взаимосвязь компонент может быть как с прямым, так и косвенным воздействием, интервальную оценку параметров экологической устойчивости и надёжности целесообразно осуществлять по преобладающему типу взаимосвязи (прямые – косвенные) и максимальному риску.

Следует отметить, что независимо от условий функционирования, структуры, уровня и ранга системы, математическая модель, учитывающая запас по уровню экологической надёжности и устойчивости каждой из компонент, отображается в виде

$$p = p_0 \left(1 - \sum_{i=1}^N q_i \cdot \eta_i + \sum_{i>j} q_{ij} \cdot \eta_{ij} + \dots + (-1)^{N-1} \cdot q_{1,2,\dots,N} \right), \quad (1)$$

где p_0 – вероятность оптимального функционирования системы при отсутствии снижения экологической надёжности и устойчивости компонент до критического уровня; q_i – вероятность достижения критического уровня экологиче-

ской надёжности и устойчивости любой из i -ой компоненты; η_i – весовой коэффициент для i -ой компоненты, определяющий его функциональную значимость (избыточность); $\eta_{ij}, q_{ij}, \dots, \eta_{1,2,\dots,N}, q_{1,2,\dots,N}$ – весовые коэффициенты компонент и вероятности возникновения парных, тройных и т.д. наложенных процессов снижения экологической надёжности и устойчивости компонент; $\eta_i = 1 - p_i / p_0$; p_i – вероятность оптимального функционирования системы при достижении критического уровня экологической надёжности и устойчивости i -ой компонентой.

Соответственно, при независимости процессов достижения компонентами критических уровней экологической надёжности и устойчивости, при $p_0 \approx 1$, имеем

$$p = \prod_{i=1}^N (1 - q_i \cdot \eta_i), \quad (2)$$

где $q_i = d_i / n_i$.

Наиболее достоверными для прогноза ситуаций, нарушающих оптимальное функционирование, и формируемых факторами, состоящими из нескольких несовместимых групп, внутри которых распределение случайно, но с различной вероятностью встречаемости, являются модификации пуассоновского распределения [2].

В соответствии с [3, 4], случайная величина r имеет распределение Пуассона, если

$$P_n = P\{r = n\} = \frac{v^n e^{-v}}{n!}, n = 0, 1, 2, \dots, \quad (3)$$

где P_n – вероятность значения n ; n – число редких событий, происходящих в каждой большой группе; v – среднее число редких событий на каждую большую группу; $n!$ – факториал, с основными числовыми характеристиками:

$$E[r] = \sum_{n=0}^{\infty} n \frac{v^n e^{-v}}{n!} = v; \quad (4)$$

$$D_r = \sum_{n=0}^{\infty} n^2 P_n - v^2 = v; \quad (5)$$

$E[r]$ – среднее; D_r – дисперсия случайной величины.

Используя производящую функцию распределения случайной целой неотрицательной величины r вида

$$\bar{f}(x) = e^{m(t-1) + \frac{\sigma^2}{2}(t-1)^2}, \quad (6)$$

сложнопуассоновское распределение можно определить по формуле

$$P_n = \frac{1}{n!} \bar{f}^{(n)}(t) \Big|_{t=0}. \quad (7)$$

Приравняв $t=0$, имеем систему:

$$\left. \begin{aligned} P_0 &= e^{-m + \frac{\sigma^2}{2}}; & P_1 &= p_0 c; & P_2 &= p_0 (c^2 + \sigma^2) \frac{1}{2}; \\ P_3 &= p_0 (c^3 + 3c\sigma^2) \frac{1}{6}; & P_4 &= p_0 (c^4 + 6c^2\sigma^2 + 3\sigma^4) \frac{1}{24}; \\ P_5 &= p_0 (c^5 + 10c^3\sigma^2 + 15c\sigma^4) \frac{1}{120} \text{ и т.д.}; \end{aligned} \right\}, \quad (8)$$

где $c = (m - \sigma^2)$.

Не менее эффективным для описания сложного характера процессов, формирующих критические события, является дискретное лагранжево вероятностное распределение [5, 6] с функцией вероятности вида

$$P\{r = n\} = \frac{1d^{n-1}}{n!dt^{n-1}} \left\{ [f_1(t)]^n \frac{d}{dt} f_2(t) \right\} \Big|_{t=0}, \quad (9)$$

где $f_1(t)$ и $f_2(t)$ – вероятностные производящие функции, определяемые на неотрицательных целых числах.

Достаточно эффективно и модифицированное распределение Девендроя

$$P_n = v_2(v_2 + nv_1)^{n-1} \frac{(\theta e^{-v_1\theta})^n}{n!e^{v_2\theta}}. \quad (10)$$

В случае, если область реализации случайной величины случайного процесса практически неограниченна $-\infty < v < +\infty$, т.е. $\sigma_v \ll m_v$, эффективным распределением для нее является предельное гипернормальное распределение.

В соответствии с производящей функцией распределения

$$p_k = \frac{1}{k!} \bar{f}^{(k)}(0), \quad (11)$$

предельное гипернормальное распределение описывается зависимостями:

$$\left. \begin{aligned} p_0 &= e^{-m_v} \int_0^1 e^{-\sigma_v \sqrt{2n} \sqrt{-Ei(\ln P)}} dp; \\ p_1 &= p_0 m_v + e^{-m_v} \sigma_v \sqrt{2n} \int_0^1 e^{-\sigma_v \sqrt{2n} \sqrt{-Ei(\ln P)}} \sqrt{-Ei(\ln P)} dp \end{aligned} \right\}. \quad (12)$$

Все последующие зависимости для определения вероятностей $p_k = P(r=k)$ зависят от интеграла

$$J_k(\sigma \sqrt{2n}) = \int_0^1 e^{-\sigma_v \sqrt{2n} \sqrt{-Ei(\ln P)}} \left(\sqrt{-Ei(\ln P)} \right)^k dp, \quad (13)$$

значение которого табулировано [3].

Достаточно эффективно использование методов рандомизации псевдосостояний, сущность которых в том, что состояния системы с немарковскими потоками переходов заменяются эквивалентной группой фиктивных состояний с марковскими потоками переходов. Созданная система является статистически эквивалентной реальной системе и уже может быть исследована с помощью аппарата теории марковских цепей.

Любой, даже самой сложной системе, можно поставить в соответствие не более двух состояний, т.е. S_1 – система функционирует оптимально и S_2 – переходит в неоптимальный режим функционирования под воздействием реальных потоков событий.

Для того, чтобы добиться статистической эквивалентности исходной информации о времени пребывания системы в определенном состоянии, необходимо найти закон распределения числа псевдосостояний (порядок потока Эрланга p_n). Очевидно, что он должен удовлетворять, по определению, характеристической функции, т.е. следующему уравнению [7, 8, 9]

$$\sum_{k=1}^{\infty} (1 - it\lambda^{-1})^{-n} p_k = \phi(t), \quad (14)$$

где $(1-it\lambda^{-1})^{-k}$ -характеристическая функция распределения Эрланга случайной величины T с целочисленным параметров формы n .

Используя метод моментов и учитывая свойства характеристических функций, среднее число псевдосостояний можно определить по следующей зависимости

$$v = \frac{2}{v_t^2}, \quad (15)$$

где v_t – коэффициент вариации времени пребывания системы в состоянии S_1 , а интенсивность перехода выражается как

$$\lambda = \frac{v}{m_T}. \quad (16)$$

Отсюда, если r случайная величина, имеющая распределение Пуассона с параметром v , то этот параметр может рассматриваться как случайная величина, имеющая гамма-распределение с параметрами

$$\left. \begin{aligned} \mu &= P(1-P)^{-1}, m = k; \\ f(v) &= \frac{\mu}{\Gamma(m)} (\mu v)^{m-1} e^{-v\lambda\mu} \end{aligned} \right\}, \quad (17)$$

и вероятность того, что $r=n$, определяется зависимостью

$$p(r = n) = C_{k+n-1}^k p^k (1-p)^n, \quad (18)$$

т.е. случайная величина r имеет отрицательное биномиальное распределение (распределение Паскаля) с параметрами (p, k) . Для такого случая система расчетных уравнений трансформируется в систему вида [9]:

$$\left. \begin{aligned} \lambda^{-1} \frac{(1-p)k}{p} &= m_1; \\ \lambda^{-2} \left[\frac{(1-p)^2 k^2}{p^2} + 2 \frac{(1-p)k}{p^2} \right] &= m_2; \\ \lambda^{-3} \{ E[n^3] + 3E[n^2] + 2E[n] \} &= m_3 \end{aligned} \right\}, \quad (19)$$

из которой однозначно определяются параметры закона Паскаля (k и p) и интенсивность перехода λ .

Используя свойство производящей функции, можно найти первые три начальных момента случайного числа псевдосостояний однозначно определяющие параметры m_v , σ^2 и λ .

Однако, оценка параметров экологической надежности и устойчивости систем при ограниченности объёма априорной информации определяет необходимость использования непараметрических методов микростатистики, в комплексе с эмпирическими функциями распределения, на базе принципов максимума неопределённости.

Так как малой выборке случайных величин X_1, \dots, X_n обычно соответствует эмпирическая функция распределения $p_n(x)$ вида

$$p_n(x) = \begin{cases} 0, & x \leq x_1^{(n)}; \\ \frac{k}{n}, & x_k^{(n)} < x \leq x_{k+1}^{(n)}; \\ 1, & x > x_n^{(n)}, \end{cases} \quad (20)$$

график которой, представляет ступенчатую линию со скачками (быстрыми изменениями), кратными величине $\frac{1}{n}$ в точках, определяемых членами вариационного ряда $x_1^{(n)} \leq x_2^{(n)} \leq \dots \leq x_n^{(n)}$, и по закону больших чисел эта функция сходится на вероятности к исходному теоретическому распределению, то определять математическое ожидание можно с использованием бутстреп-процедур, при использовании сглаженной функции квантилей распределения оценки параметров типа

$$X_p = \sum_{k=0}^{n-1} C_k \cdot p^k, \quad (21)$$

коэффициенты которой, удовлетворяют эмпирической функции распределения.

Неоднозначность выбора коэффициентов ряда (8) дополнительно требует ввода принципа максимума неопределённости, с использованием в качестве меры неопределённости – энтропию Шеннона, т.е.

$$H_\varepsilon = \int_0^1 \ln \left(\sum_{k=0}^{n-1} k \cdot C_k \cdot p^{k-1} \right) dp \rightarrow \frac{\max}{C_k}; \quad (22)$$

$$X_k^{(n)} \leq C_0 + C_1 \cdot \frac{k}{n} + C_2 \cdot \left(\frac{k}{n} \right)^2 + \dots + C_{n-2} \cdot \left(\frac{k}{n} \right)^{n-1} \leq X_{k+1}^{(n)}, \quad (23)$$

где H_ε – энтропия; $k=1, 2, \dots, n$.

Заключение

Высокая цена ошибочных прогнозов диктует необходимость отыскания достоверных методов прогнозирования, как возможного времени их возникновения, так и масштабов последствий. Наиболее целесообразно, как показали исследования, в качестве прогнозных моделей использование модификаций пуассоновских распределений, распределений Дивендроя и дискретных лагранжевых вероятностных распределений. Для случая возможной реализации практически неограниченных параметров чрезвычайных ситуаций, эффективно предельное гипернормальное распределение.

Ограниченности априорной информации требуют ввода принципа максимума неопределённости с использованием, в качестве меры неопределённости, энтропию Шеннона.

Список литературы

- 1 Бурлибаев, М.Ж. Чрезвычайные ситуации в природной среде / М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, П.В. Шведовский // Алматы: Каганат, 2011 – 351 с.
- 2 Ивченко, Б.П. Информационная экология / Б.П. Ивченко, Л.А. Мартыщенко // С.-П., Нордмет-Издат, 1998 – 201 с.
- 3 Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн // М., Наука, 1973 – 831 с.
- 4 Мартыщенко, Л.А. Введение в статистическое моделирование технических систем / Л.А. Мартыщенко // М., Наука, 1982 – 219 с.
- 5 Лебедев, Н.Н. Специальные функции и их приложения / Н.Н. Лебедев // М.-Л, Наука, 1979 – 317 с.
- 6 Земаян, А. Интегральные преобразования обобщенных функций / А. Земаян // М., Наука, 1979 – 317 с.
- 7 Гурман, В.И. Моделирование процессов в природно-экономических системах / В.И. Гурман // Новосибирск, Наука, 1982 – 175 с.
- 8 Райфа, Г. Анализ решений. Введение в проблему выбора в условиях неопределенности / Г. Райфа // М., Наука, 1970 – 420 с.
- 9 Чернышев, М.К. Математическое моделирование иерархических систем / М.К. Чернышев // М., Наука, 1998 – 246 с.

СПИСОК АВТОРОВ

А		Новик А.А.	55
Абрамова И.В.	3	О	
Алексеюк М.И.	3	Образцов Л.В.	19
Б		П	
Бакарасов В.А.	83	Пашук М.В.	59
Бобыкина В.П.	79	Печень Т.М.	137
Брилевский М.Н.	83	Р	
В		Рудаковский И.А.	8
Валуев В.Е.	37, 98	С	
Винник Н.С.	88	Стефаненко Ю.В.	13
Власов Б.П.	8	Стонт Ж.И.	79, 113
Волчек А.А.	13, 19, 93, 98, 103, 155	Т	
Г		Таран Д.Ф.	73
Гагина Н.В.	8, 83	Таратунин А. А.	142
Гледко Ю.А.	107	У	
Гончар А.Г.	107	Углянец А.В.	65
Е		Угольников М.Н.	43
Есюкова Е.Е.	113	Ф	
Ж		Фролова О.Е.	73
Жуковская Н. В.	47	Ч	
И		Четырко М.М.	149
Иванцев В.В.	33	Ш	
Иванцев О.Я.	33	Шведовская Д.В.	155
К		Шведовский П.В.	155
Кирсхенштейн М.С.	119	Шевцова Н.С.	70
Клебанюк Д.Н.	155	Шешко Н.Н.	13, 19
Клевец Н.Н.	129	Шпока Д.А.	103
Комаровская Е.В.	129	Шпока И.Н.	93, 98, 103
Л		Ю	
Лаушкин С.П.	43	Юревич Р.А.	73
Логинова Е.В.	29		
Лукашёв О. В.	47		
Лукашёва Н. Г.	47		
Лукашевич Я.С.	119		
М			
Малашевич В.В.	19		
Матюх С.А.	88		
Мешик О.П.	13, 19, 93, 98		
Морозова В.А.	88		
Н			
Натаров В. М.	47		

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ	3
Алексеюк М.И., Абрамова И.В. РЕДКИЕ БИОТОПЫ ЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССКОГО СЕКТОРА БИОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТА «ЗАПАДНОЕ ПОЛЕСЬЕ»	3
Власов Б.П., Гагина Н.В., Рудаковский И.А. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ЗОНЫ ОТДЫХА «БЕЛОЕ» БИОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТА «ПРИБУЖСКОЕ ПОЛЕСЬЕ»	8
Волчек А.А., Мешик О.П., Стефаненко Ю.В., Шешко Н.Н. ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЕТИ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК «ПРИПЯТСКИЙ»	13
Волчек А.А., Мешик О.П., Шешко Н.Н., Малашевич В.В., Образцов Л.В. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ТЕРРИТОРИИ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ЗВАНЕЦ»	19
Гледко Ю.А., Логинова Е.В. СИСТЕМА ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ ЧИЛИ	29
Иванцов В.В., Иванцов О.Я. ВОЗДЕЙСТВИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ФАУНУ И ФЛОРУ ВОЛЫНСКОЙ ОБЛАСТИ И ЕЕ ОХРАНА В ЗАКАЗНИКАХ	33
Ilyina O.V., Ilyin L.V. THE HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE LAKES OF THE SHATSK NATIONAL NATURE RESERVE	37
Лаушкин С.П., Угольников М.Н. ЭКОТУРИЗМ В РОССИИ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	43
Лукашёв О. В., Жуковская Н. В., Натаров В. М., Лукашёва Н. Г. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ БЕРЕЗИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА	47
Новик А.А. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БОЛОТА «СВЯТОЕ»	55
Пашук М.В. ТЕКУЩАЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ CS-137 ТРАВЯНИСТЫХ КОРМОВ ДИКИХ КОПЫТНЫХ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ПРИПЯТСКИЙ»	59
Углянец А.В. ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ ДУБРАВ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ПРИПЯТСКИЙ» И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ	65

Шевцова Н.С. ЗОНИРОВАНИЕ МАЛЫХ РЕК ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ ТИПОЛОГИИ СТРУКТУР ПРОФИЛИРУЮЩИХ ВИДОВ ТУРИСТСКО- РЕКРЕАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	70
Юревич Р.А., Таран Д.Ф., Фролова О.Е. ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ РЕК БАССЕЙНА Р. ВИЛИЯ ДЛЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛОСОСЕВЫХ РЫБ И ПУТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИХ ПОПУЛЯЦИИ	73
ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ.....	79
Бобыкина В.П., Стонт Ж.И. ОПАСНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА БЕРЕГАХ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ БАЛТИКА)	79
Брилевский М.Н., Бакарасов В.А., Гагина Н.В. ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПРОЯВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЕГРАДАЦИИ БОЛОТ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ.....	83
Винник Н.С., Матюх С.А., Морозова В.А. ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИ ПРЕВЫШЕНИИ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКИ НА КРЫШУ	88
Волчек А.А., Валуев В.Е., Мешик О.П., Шпока И.Н. К ВОПРОСУ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ПО ОПАСНЫМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ ЯВЛЕНИЯМ	93
Волчек А.А., Валуев В.Е., Мешик О.П., Шпока И.Н. ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ХОЛОДНОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ	98
Волчек А.А., Шпока И.Н., Шпока Д.А. ОПАСНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА НА ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ	103
Гледко Ю.А., Гончар А.Г. РЕГИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ПОСЛЕДСТВИЙ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ.....	107
Есюкова Е.Е., Стонт Ж.И. ОБ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ШТОРМОВЫХ РАЗМЫВАХ БЕРЕГОВ НА КАЛИНИНГРАДСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА В 2011–2014 ГГ.	113

Кирсхенштейн М.С., Лукашевич Я.С. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ, А ТАКЖЕ АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В КОШАЛИНЕ.....	119
Комаровская Е.В., Клевец Н.Н. АНАЛИЗ ОПАСНЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ (СИЛЬНЫЙ ВЕТЕР, ОЧЕНЬ СИЛЬНЫЕ ДОЖДИ И ЛИВНИ, ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫЕ ДОЖДИ, КРУПНЫЙ ГРАД) НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ЗА ПЕРИОД 1966–2012 ГГ.....	129
Печень Т.М. ОБ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМ ИЗЛУЧЕНИИ ВОЗНИКАЮЩЕМ ПРИ ГОРЕНИИ СЕРОУГЛЕРОДА НА ВОЗДУХЕ	137
Таратунин А. А. НАВОДНЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	142
Четырко М.М. ПРОГНОЗ ОПАСНЫХ, НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ И ДОВЕДЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ ДО ПОТРЕБИТЕЛЕЙ	149
Шведовский П.В., Шведовская Д.В., Волчек А.А., Клебанюк Д.Н. ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОПТИМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПРИ ОГРАНИЧЕННОСТИ ОПОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	155
СПИСОК АВТОРОВ.....	162

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

**Сборник научных статей
Международной научно-практической конференции**

23–25 апреля 2014 г.

Часть II

Текст печатается в авторской редакции

Ответственный за выпуск: Волчек А.А.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерный набор и верстка: Зубрицкая Т.Е., Шпока И.Н., Боровикова Е.А.

Корректор: Никитчик Е.В.

ISBN 978-985-493-288-0



9 789854 932880

Издательство БрГТУ.

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.

Подписано в печать 15.04.2014 г. Гарнитура «Arial».

Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага «Снегурочка».

Уч. изд. л. 9,77. Усл. печ. л. 10,5. Заказ № 317.

Тираж 50 экз. Отпечатано на ризографе

Учреждения образования "Брестский
государственный технический университет".

224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Репозиторий БРГТУ

Репозиторий БРГТУ