



Управление водными ресурсами бассейна реки Неман с учетом адаптации к изменению климата Основные результаты проекта (2012-2014 гг.)

Владимир Корнеев, Любовь Николаевна Гертман

**Центральный научно-исследовательский институт комплексного
использования водных ресурсов**

(РУП «ЦНИИКИВР»), Минск, Беларусь

С участием:

Эгидиус Римкус, Вильнюсский университет, Литва

Эдвинас Стоневичус, Вильнюсский университет, Литва;

Аудриус Шепикас, Агентство по охране окружающей среды, Литва;

Николай Денисов, Экологическая сеть ZOI Environmental Network, Женева, Швейцария;

Ирина Усова, менеджер проекта, Беларусь;

Александр Волчек, Брестский государственный технический университет, Беларусь;

Александр Пахомов, Иван Булак, Елена Богодяж,

РУП «ЦНИИКИВР», Беларусь;

***Владимир Ануфриев, Белорусский национальный технический университет, Минск,
Беларусь;***

***Инна Русая, Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга (РЦРКМ),
Минск, Беларусь***

Джованни Крема (Италия) и Пол Бойс (Нидерланды) – международные эксперты

Проект являлся частью программы пилотных проектов Европейской Экономической Комиссии Организации Объединенных наций (ЕЭК ООН), и поэтому может использовать платформу для обмена опытом между проектами и другими подобными инициативами по развитию сотрудничества, в целях адаптации к изменению климата в трансграничных бассейнах. Проект реализуется в рамках инициативы «Окружающая среда и безопасность» (ENVSEC) через Программу развития ООН в Республике Беларусь (ПРООН).



Главной целью проекта является совершенствование интегрированного управления водными ресурсами с применением бассейнового подхода в условиях изменяющегося климата на примере реки Неман, протекающей по территории Беларуси, Литвы и Российской Федерации и впадающей в Балтийское море.

Проект также способствовал развитию трансграничного сотрудничества стран, расположенных в бассейне реки Неман, а также достижению взаимопонимания в области прогнозных запасов водных ресурсов и водопользования, при этом учитывая возможные воздействия изменения климата.



Оценка и тенденции изменения метеорологических характеристик (изменения климата) и характеристик стока за период с 1961 по 2010 гг.:

- увеличение среднегодовой температуры воздуха, а также температуры в зимний и летний периоды (наиболее значительное повышение температуры произошло в январе);
- увеличение количества осадков в зимнее время;
- снижение стока весеннего половодья с более ранним наступлением его пика, увеличение стока в зимний период на большей территории бассейна Немана.

Метеорологическая и гидрологическая информация,
используемая при проведении оценок и прогнозов:
среднесуточные, среднемесячные, средние за сезон,
среднегодовые значения

Анализируемый период для оценки текущих изменений климата
и стока: 1961-2010

Анализируемый период для прогнозов изменений климата и
стока: 2021-2050

Температура/осадки: данные по 23 станциям
(8 – в Беларуси, 15 – в Литве)

Сток (расходы воды): данные по 25 станциям
(12 – в Беларуси, 13 в Литве)

Дополнительная используемая информация, скорость ветра,
влажность воздуха, продолжительность солнечных дней,
дефицит влажности воздуха и др.

Схема гидрологической сети в бассейне р. Неман с выделением основных суббассейнов

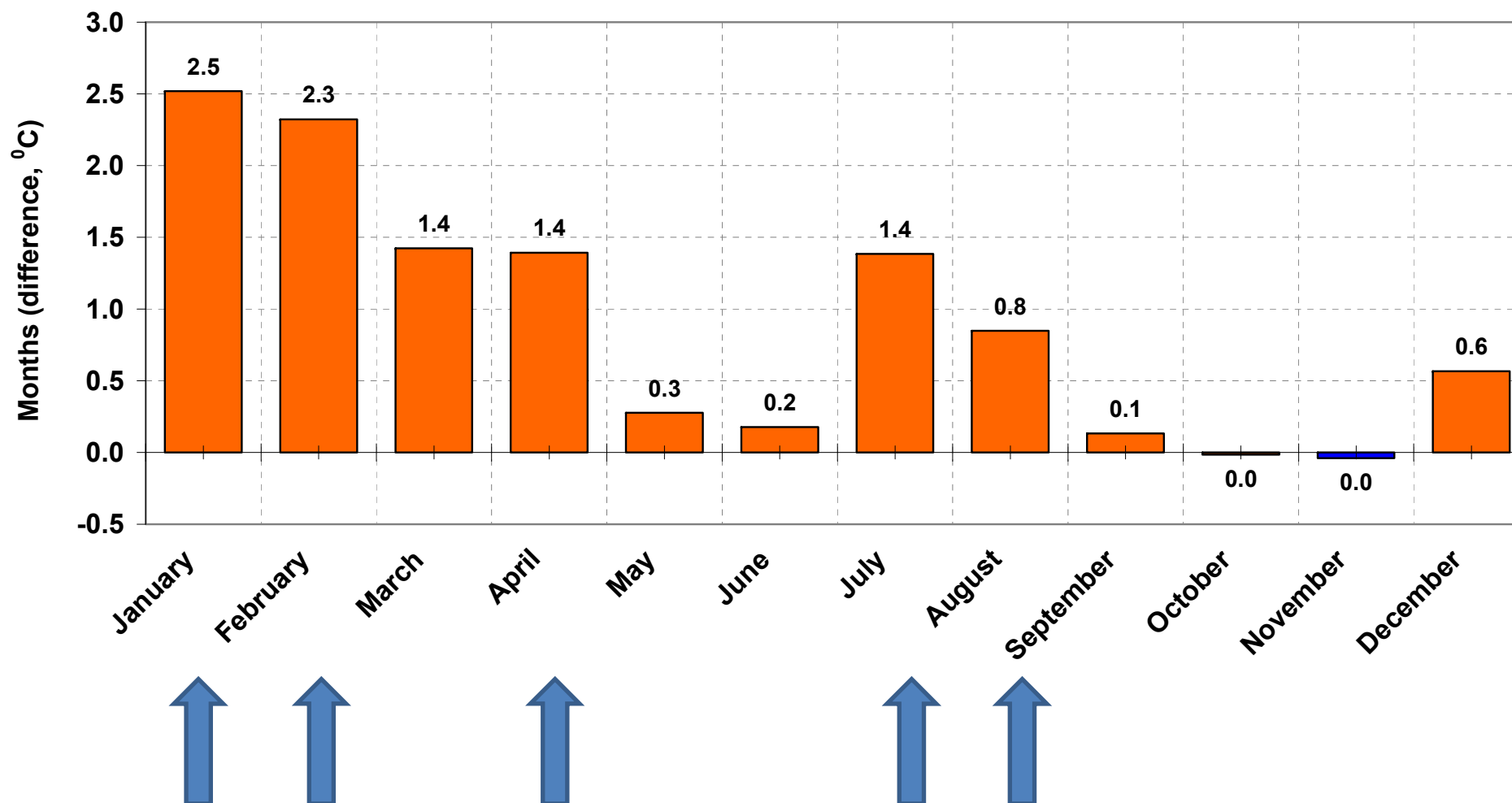


Схема размещения
метеорологических
станций и пунктов
наблюдения за
гидрологическим
режимом



Оценка изменения климата с 1961 по 2010 гг. – температура воздуха, °C

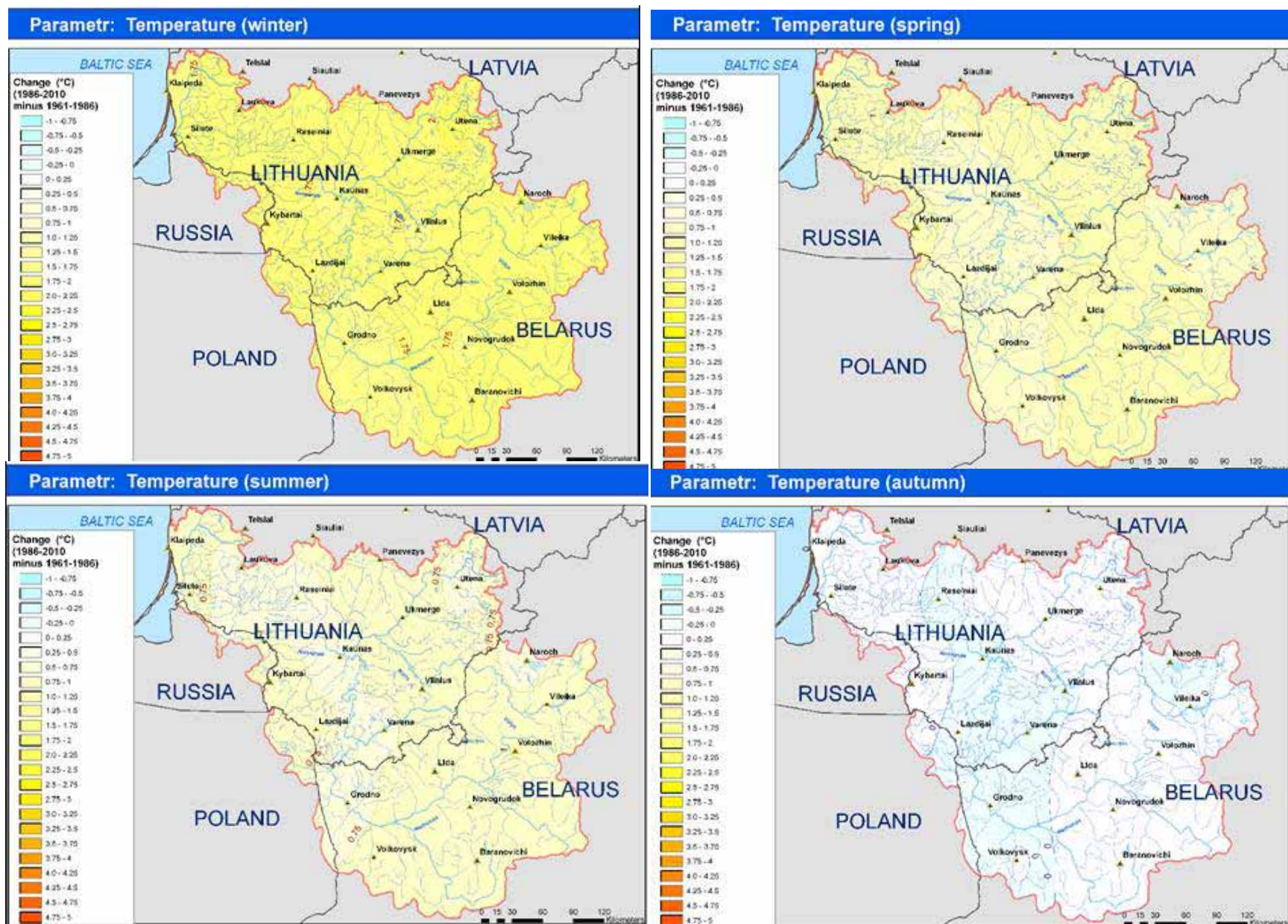
Assessment of the change of temperature (°C) in the Niemen River Basin (1986-2010) - (1961-1985): on average +0.9 °C



Оценка изменения климата с 1961 по 2010 гг.
– среднегодовая температура воздуха, °C

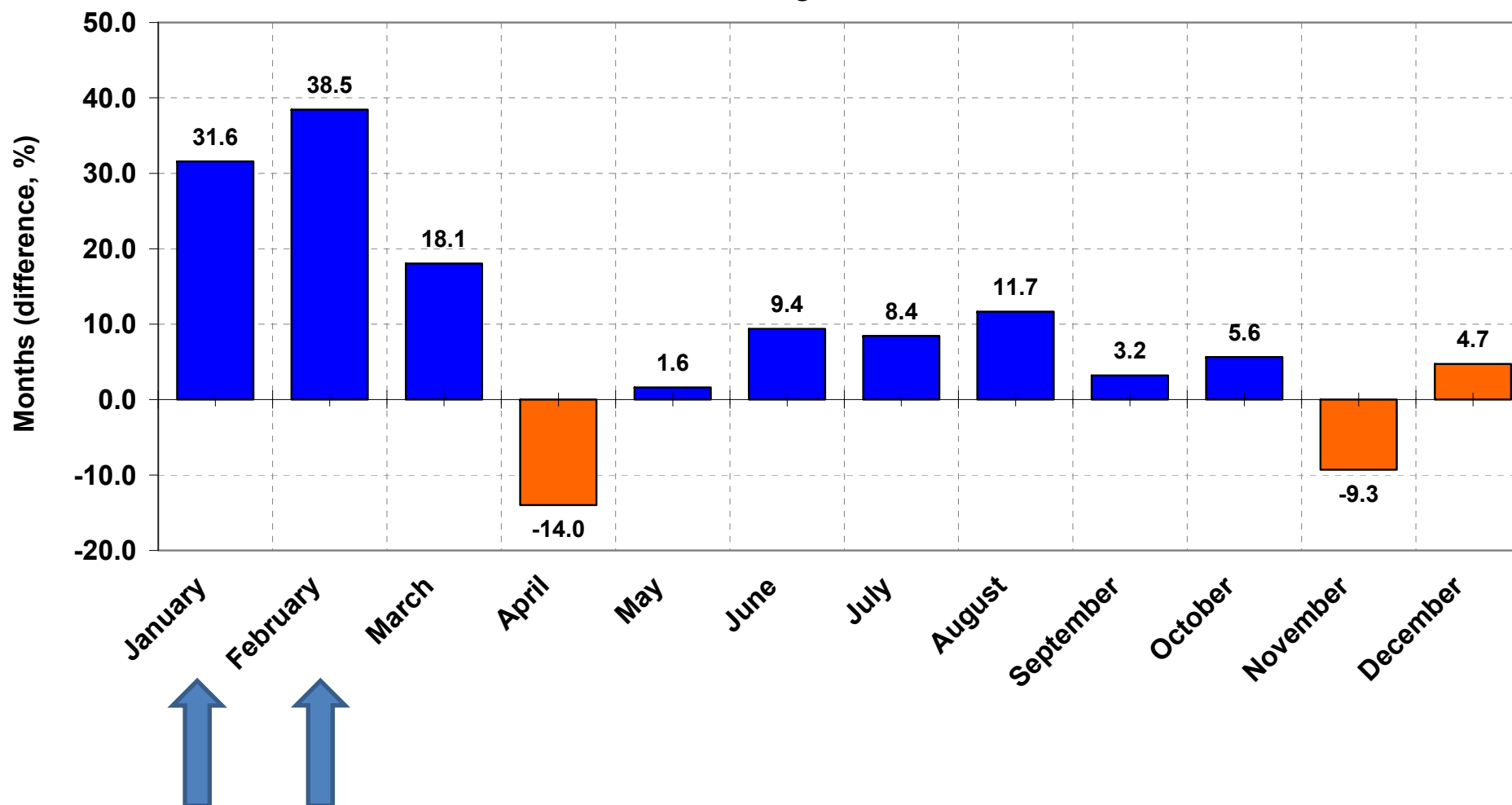


Оценка изменения климата с 1961 по 2010 гг. – температура воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в различные времена года



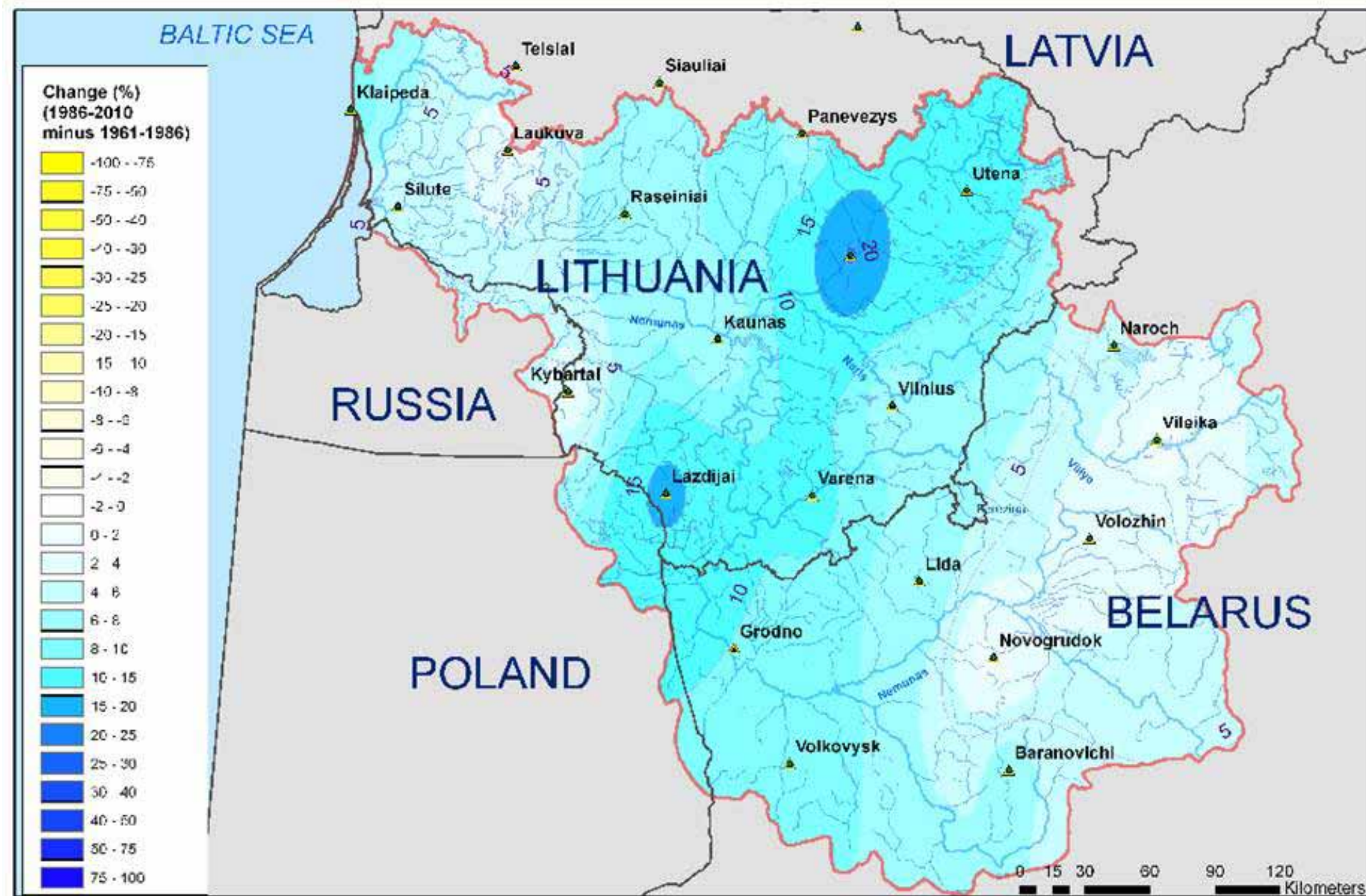
Оценка изменения климата с 1961 по 2010 гг. – годовое количество осадков, %

Assessment of the change of precipitation (%) in the Niemen River Basin (1986-2010) - (1961-1985): on average +10.9%



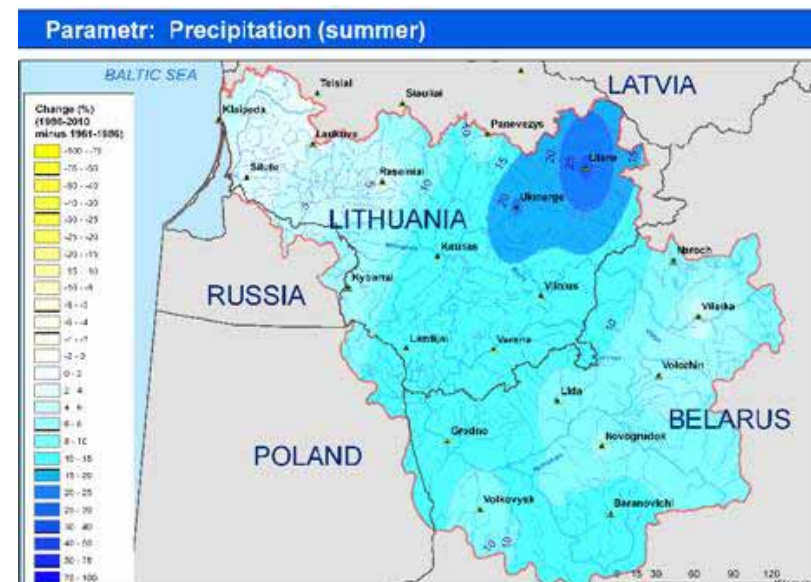
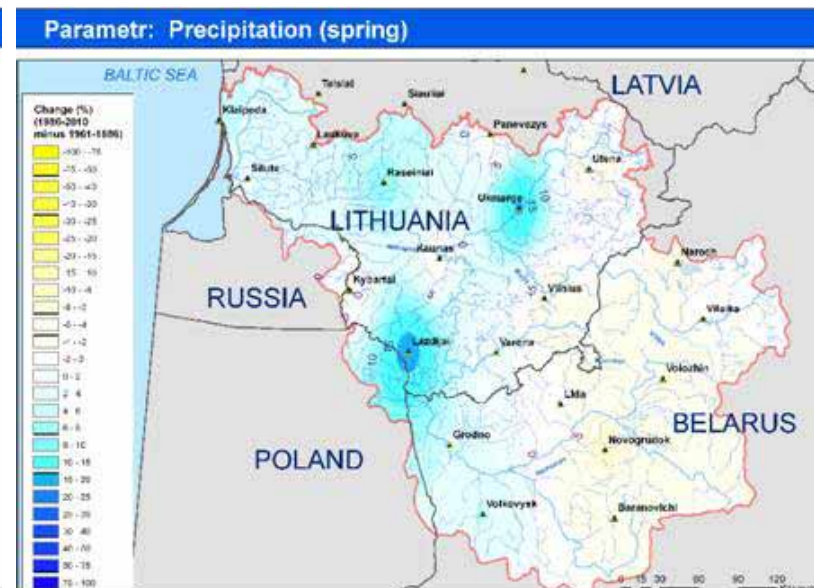
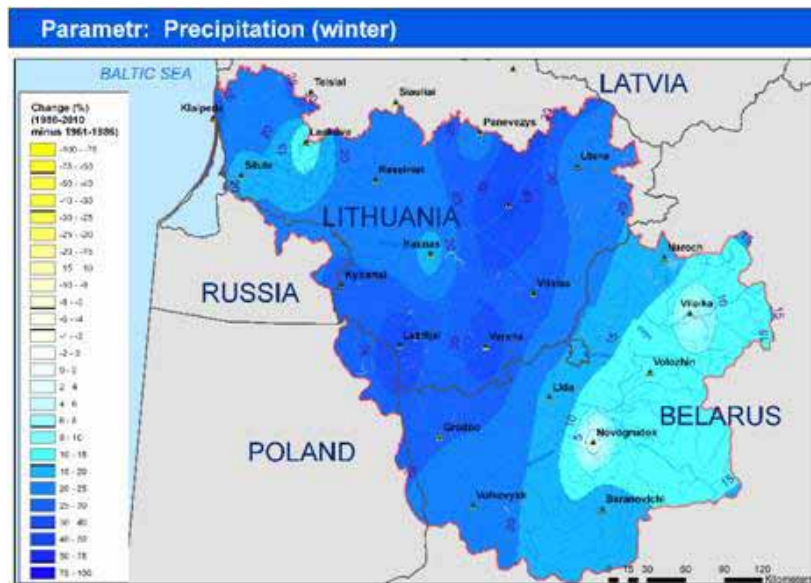
Оценка изменения климата с 1961 по 2010 гг.

– годовое количество осадков, %



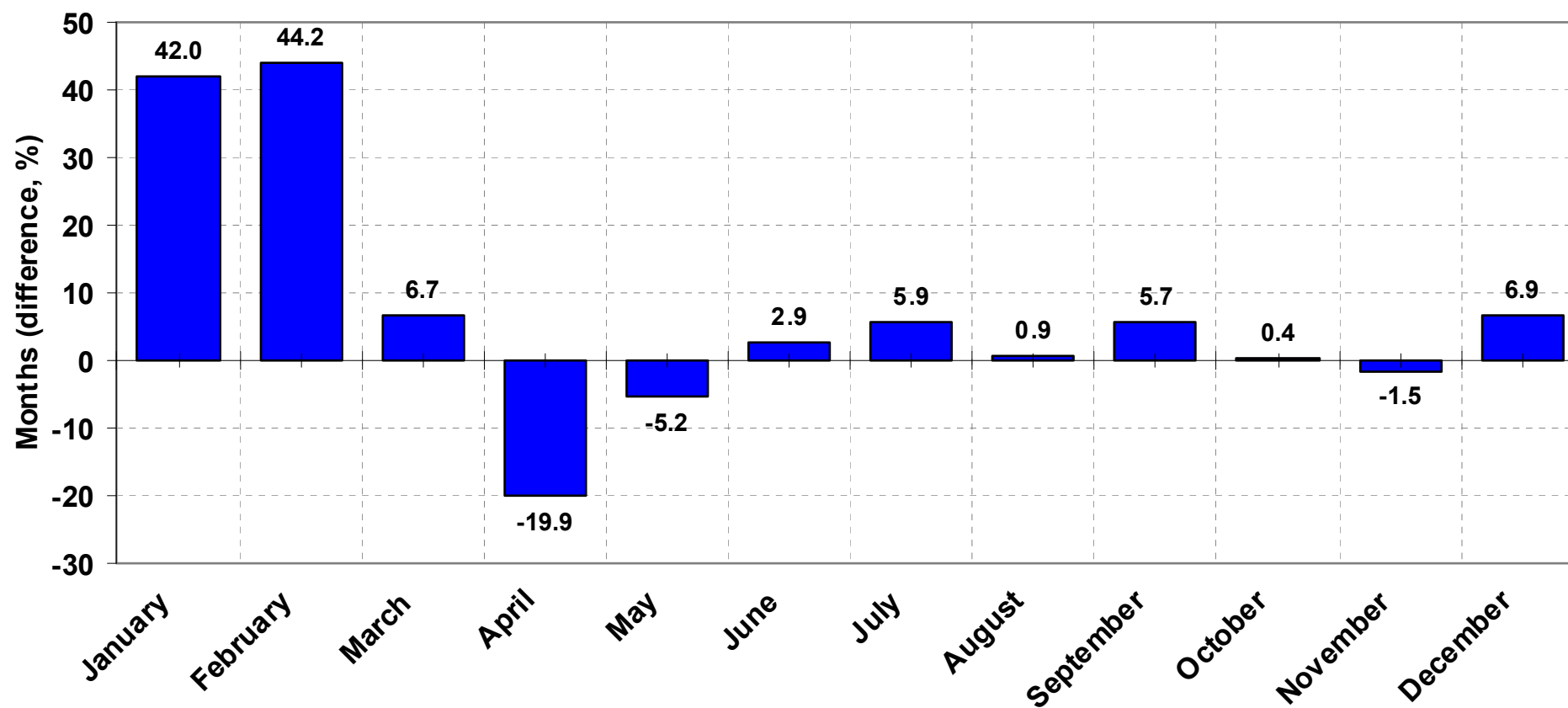
Оценка изменения климата с 1961 по 2010 гг.

– количество осадков за зимний, весенний, летний и осенний периоды, %

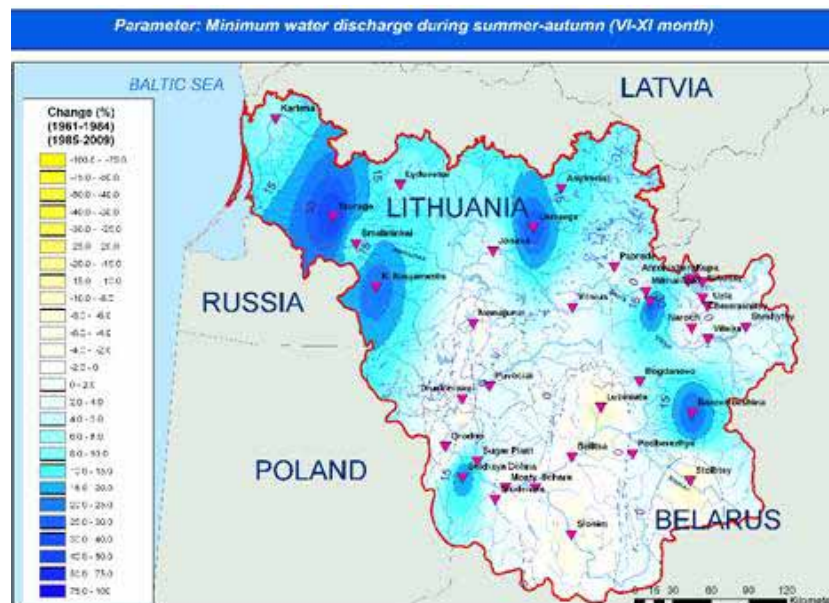


Оценка изменения стока с 1961 по 2010 гг., %

Assessment of the change of runoff (%) in the Niemen River Basin (1985-2009) - (1961-1984): *average annual +2.7%; minimum (summer-autumn) +7.2%; minimum (winter) +17.5%; maximum (spring) -27.4%*

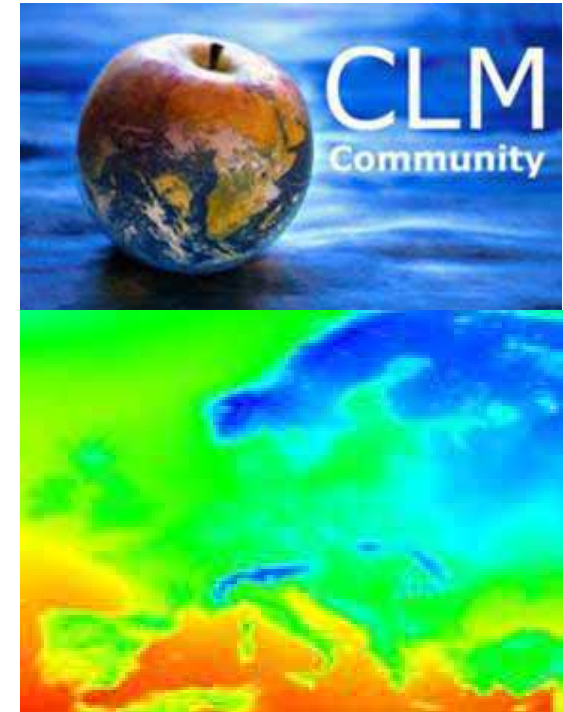


Оценка изменения стока с 1961 по 2010 гг.: сток весеннего половодья, летне-осенней межени, зимнего периода



Прогноз изменения климата на период до 2050 г.

Долгосрочные на период 35-50 лет (2021-2050 гг.) сценарии изменения климата для бассейна р. Неман получены путем расчетов по региональной климатической модели CCLM с использованием выходных данных глобальной климатической модели ЕСНАМ5. Региональная климатическая модель включает большую часть Европы и наиболее подготовлена для ее использования при прогнозировании изменения климата.



Сценарии изменения климата для бассейна Немана :

A1B (relatively high-emission scenario) – более «жесткий» сценарий, относительно высокие выбросы парниковых газов за счет быстрого развития экономики и роста численности населения до середины XXI века, а затем замедление роста населения, быстрое внедрение современных технологий и сбалансированное использование энергетических ресурсов

B1 (low-emission scenario) – более «мягкий» сценарий, невысокие выбросы парниковых газов, весьма вероятна внезапная глобализация, число жителей изменяется подобно тому, как планируется в сценарии A1, но происходит весьма быстрое превращение экономической системы в информационную, а также общество становится менее потребительским, интенсивное внедрение новых чистых технологий.

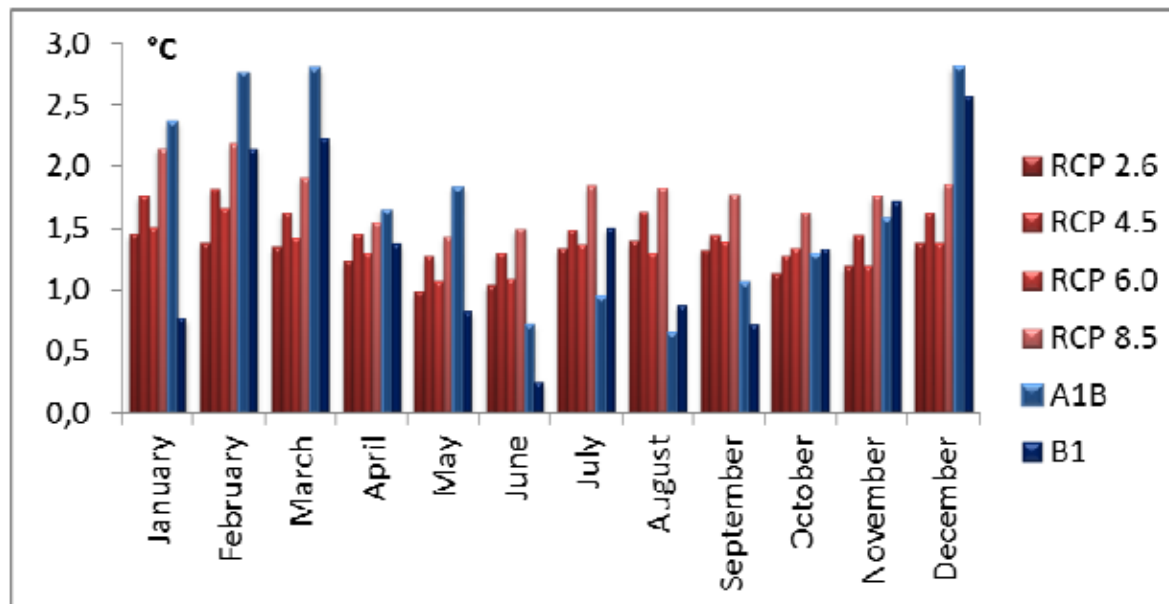
Прогноз изменения климата на период 2021-2050 гг.

Тенденция увеличения температуры воздуха сохранится и в будущем периоде (до 2050 г). Среднегодовая температура воздуха вырастет на 1.4°C – 1.7° с учетом различных климатических сценариев с увеличением на 2.0°C – 2.8°C в зимний период и на 0.7°C – 1.1°C в летний.

Также вероятно увеличение годового количества осадков в бассейне реки Неман. Более существенные изменения ожидаются в первой половине года, в то время как для летне-осеннего периода небольших положительных или даже отрицательных изменений в среднем по бассейну не предвидится.

Результаты прогнозирования свидетельствуют о снижении количества солнечных дней в первой половине 21-го века, особенно в зимние месяцы.

Вследствие наиболее значительного повышения температуры воздуха в зимний период и изменения количества и состава осадков снежный покров будет сокращаться в ближайшем будущем.



CMIP5

RCP 2.6

RCP 4.5

RCP 6.0

RCP 8.5

температура

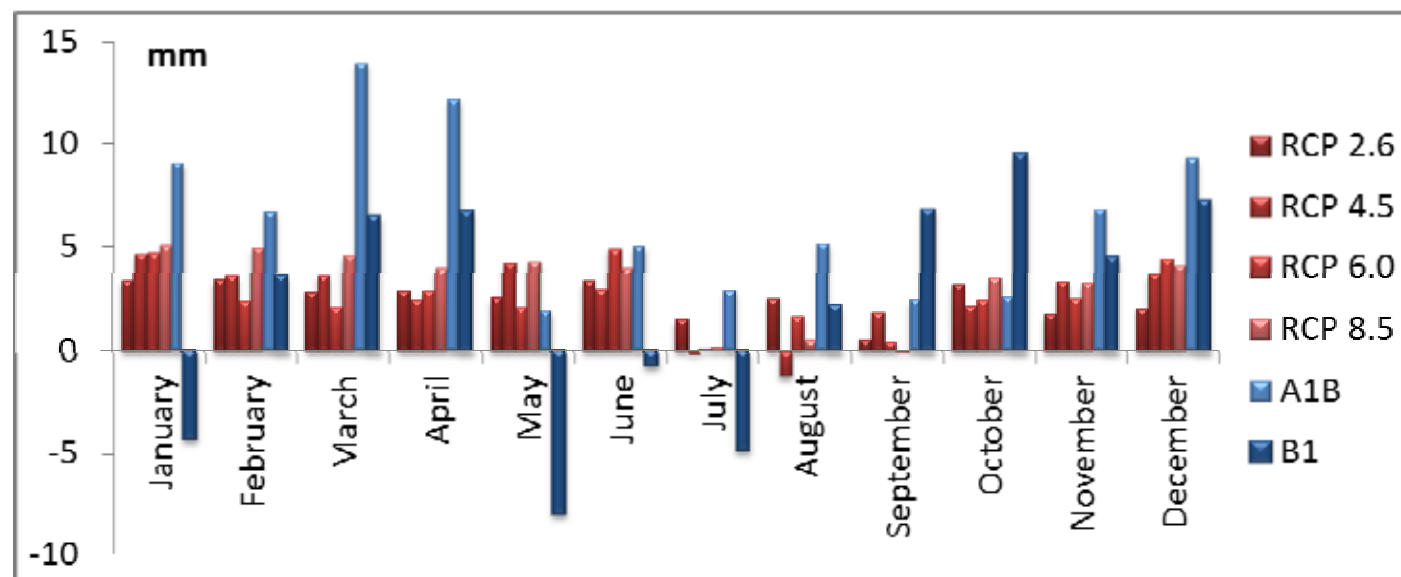
CCLM

A1B

B1

Прогнозы изменения температуры воздуха с использованием мультимодельного ансамбля CMIP5 (по данным МГЭ 2013 г.) и с использованием сценариев A1B и B1 (по данным МГЭ 2007 г.)

осадки



Наиболее значимые прогнозные (на период до 2050 г.) изменения температуры воздуха, °C

средняя за год



средняя за зимний период



средняя за летний период



Наиболее значимые прогнозные (на период до 2050 г.) изменения количества осадков, %

за год



за зимний период



за летний период



Прогноз поверхностного естественного стока

Прогноз изменения стока на период с 2021 по 2050 гг. выполнялся с использованием двух методологически схожих гидрологических моделей для двух сценариев изменения климата (A1B и B1):

- с использованием модели WatBal с расчетами суммарного испарения и водного баланса (расчеты по модели WatBal выполнены экспертами из Литвы);**
- белорусской модели гидролого-климатических расчетов на основании совместного решения уравнений водного и теплоэнергетического баланса (расчеты выполнены экспертами из Беларуси).**

Прогноз поверхностного естественного стока

По прогнозам изменения стока на период 2021-2050 гг. сохраняются выявленные за период с 1961 по 2009 гг. тенденции незначительного увеличения среднегодового стока в среднем по бассейну р. Неман.

Увеличение стока может произойти в зимний период (до +40%), в основном в январе и в феврале, за счет увеличения количества осадков и частоты оттепелей

Максимальный поверхностный сток весеннего половодья может уменьшиться на большей части бассейна реки Неман, весеннее половодье также будет начинаться раньше из-за более короткой продолжительности периода снежного покрова. Резкого возрастания риска наводнений в бассейне не прогнозируется, за исключением верховий Немана на территории Беларуси, западной части Литвы и Калининградской области Российской Федерации. Вместе с тем, риски наводнений могут повыситься при повышении интенсивности освоения пойм рек, в том числе в результате изменений в землепользовании.

Прогноз поверхностного естественного стока

Изменение климата большей частью окажет влияние на сокращение стока и понижение уровней воды в поверхностных водных объектах в летний период.

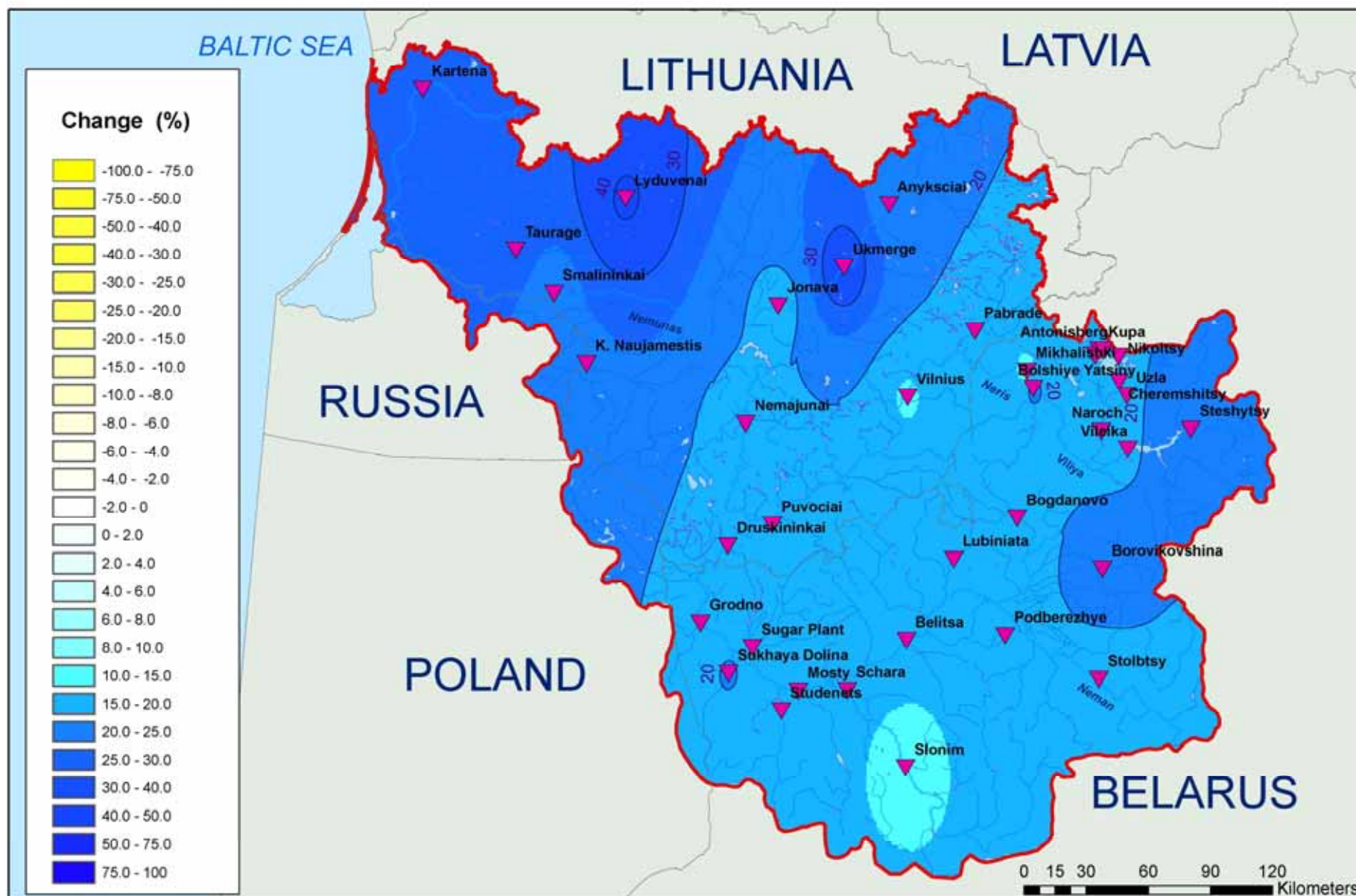
В некоторых частях бассейна засушливые периоды могут быть более частыми или более масштабными в сравнении с этими явлениями в период с 1961 по 2010 годы.

Прогнозируемый поверхностный сток в летний период в 2021-2050 гг. может быть меньше в белорусской части бассейна реки Неман (максимальное сокращение стока может составить до -20%), а в литовской части бассейна и в Калининградской области Российской Федерации может увеличиться – до +20%.

Обобщенный мультимодельный прогноз изменения годового стока



Обобщенный мультимодельный прогноз изменения стока за зимний период



Обобщенный мультимодельный прогноз изменения стока в летний период



Неопределенности прогнозирования изменения стока

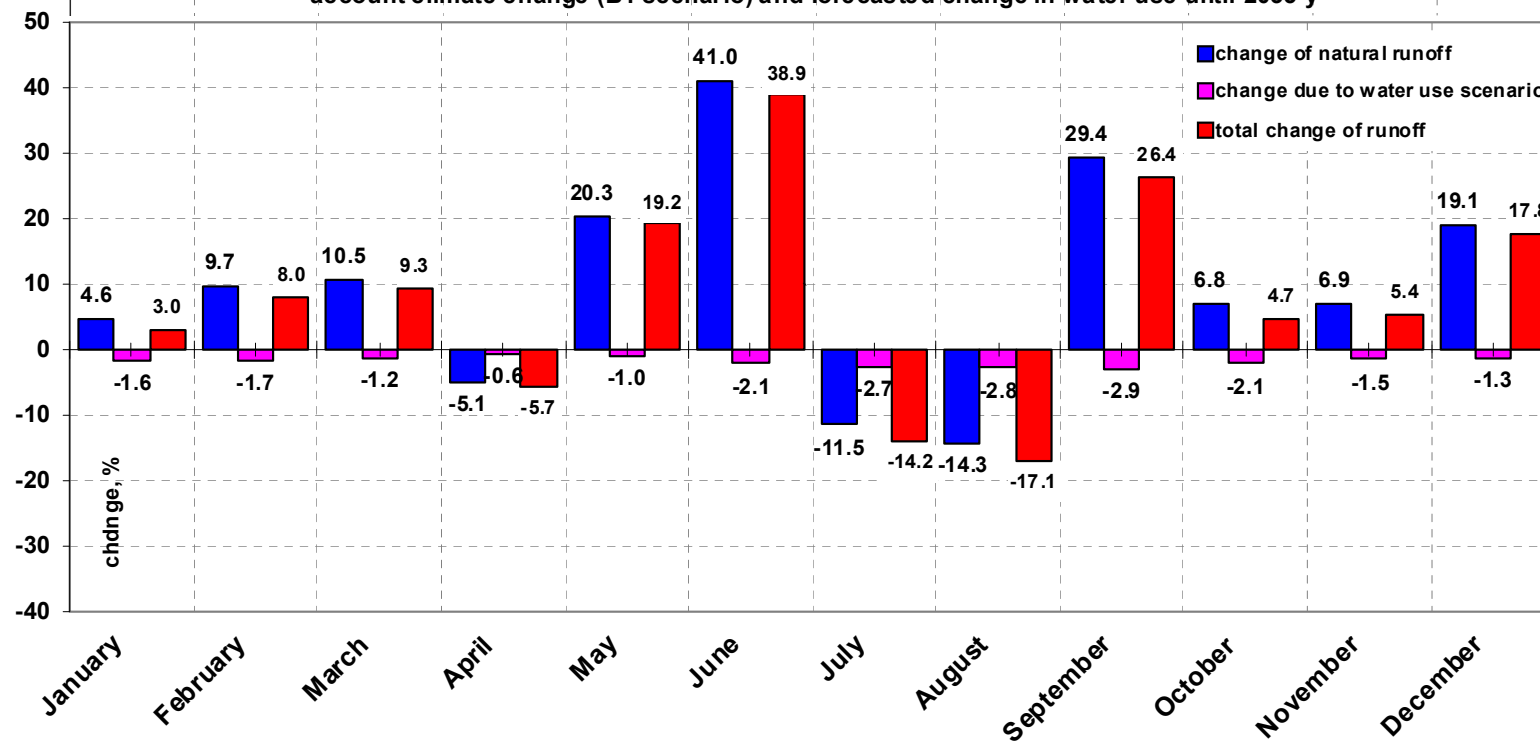
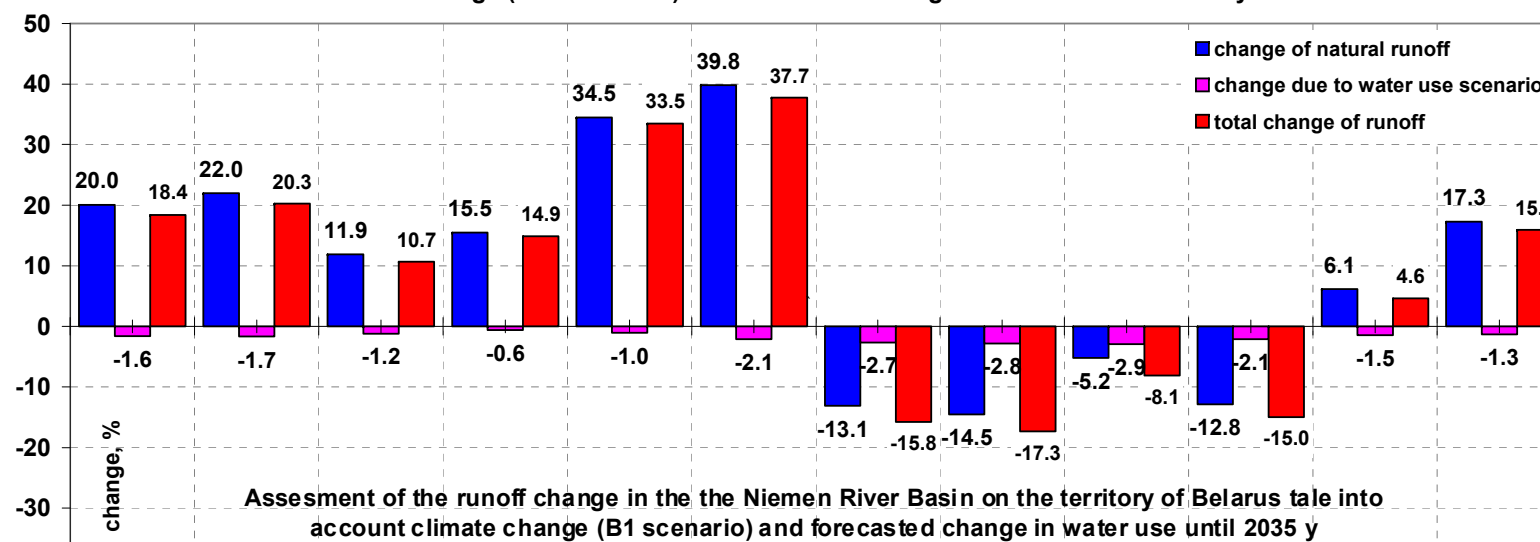
Неопределенности прогнозирования стока с учетом изменения климата с использованием гидрологических моделей обусловлены как погрешностями самих моделей и их верификации (валидации), так и неопределенностями используемых в них исходных данных и коэффициентов (прогнозных значений температуры воздуха, количества осадков, дефицитов влажности воздуха, характеристик почвогрунтов, составляющих радиационного баланса и т.п.).

В наиболее общем виде эта неопределенность выявлена в некоторых различиях результатов прогнозов, выполненных литовскими и белорусскими экспертами, при общей согласованности выявленных тенденций.

Для годового стока она оценивается до 40 %, для стока в зимний период – до 20 %, для стока в летний период – до 30 % от полученных прогнозных значений относительного изменения стока, соответственно.

Прогноз стока в бассейне Немана с учетом изменения климата и перспективного водопользования (территория Беларуси)

Assesment of the runoff change in the Niemen River Basin on the territory of Belarus tale into account climate change (A1B scenario) and forecasted change in water use until 2035 y



Прогноз стока в бассейне Немана с учетом изменения климата и перспективного водопользования (территория Беларуси)

Воздействие изменения климата на поверхностный сток будет более значительным в сравнении с прогнозируемым изменением водопользования.

По прогнозам, использование воды для промышленности в Беларуси будет увеличиваться на 0,5-2,0% в год в случае оптимистичного сценария экономического развития, что также будет оказывать незначительное влияние на режим поверхностного стока.

Изменение стока в большей степени будет связано с природными факторами, а не с прогнозным изменением водопользования: максимальное сокращение поверхностного стока за счет прогнозного водопользования может составлять до 5 %, в то время как его максимальное сокращение в летне-осенний период за счет природных факторов, связанных с изменением климата, может составлять до 20 %.

Общая оценка современного состояния качества поверхностных вод в бассейне р. Неман по согласованной (Беларусь – Литва) системе оценки

Основные критерии согласованной оценки разработаны с учетом опыта Литвы в части классификации водных объектов по типам, исходя из общих морфометрических характеристик и по качеству поверхностных вод с учетом следующего:

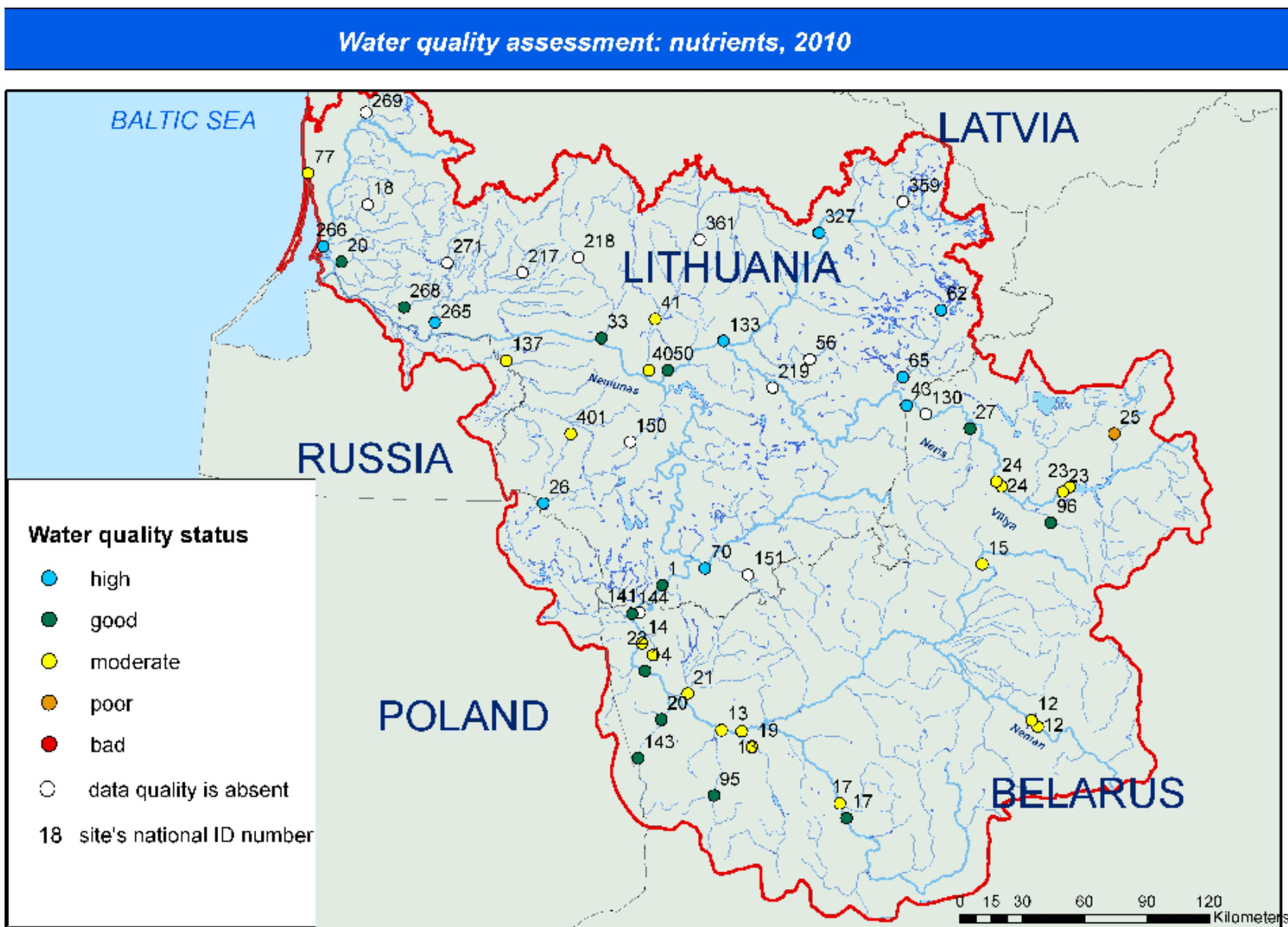
- исключение азота общего, поскольку он определяется разными методами в Беларуси и в Литве и с его заменой на азот нитритный;
- установление более жестких критериев оценки для азота аммонийного (с учетом более жестких критериев, применяющихся в Беларуси);
- дополнения перечня показателей химическим потреблением кислорода ХПК (по бихроматной окисляемостью) с измененным названием группы «Органические и окисляемые вещества», поскольку этот параметр является важным, он характеризует содержание стойкого органического вещества в речных водах;
- сохранение оценки по показателю биологического потребления кислорода БПК₇ для Литвы и БПК₅ для Беларуси с учетом существующей практики определения БПК в этих государствах.

Общая оценка современного состояния качества поверхностных вод в бассейне р. Неман по согласованной (Беларусь – Литва) системе оценки

Перечень показателей и классификация качества поверхностных вод (отличное, хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное, плохое)

N o .	Quality element		Parameter	River type	Criteria for ecological status classes of rivers				
					High	Good	Moderate	Poor	Bad
1	General data	Nutrients	NO ₃ -N, mg/l	1-5	<1,30	1,30-2,30	2,31-4,50	4,51 -10,00	>10,00
2			NH ₄ -N, mg/l	1-5	<0,10	0,10-0,40	0,41-0,8	0,81-1,5	>1,5
3			NO ₂ -N, mg/l	1-5	<0,01	0,01-0,02	0,021-0,05	0,051-0,08	>0,08
4			PO ₄ -P, mg/l	1-5	<0,050	0,050-0,090	0,091-0,180	0,181-0,400	>0,400
5			Pt, mg/l	1-5	<0,100	0,100-0,140	0,141-0,230	0,231-0,470	>0,470
6		Organic and oxidizable matter	BOD ₇ , mg/l	1-5	<2,30	2,30-3,30	3,31-5,00	5,01-7,00	>7,00
7			Chemical oxygen demand (bichromate), mg/l	1-5	<30	30,1-40	40,1-60	60,1-80	>80
8		Oxygenati on	O ₂ , mg/l	1, 3, 4, 5	>8,50	8,50-7,50	7,49-6,00	5,99-3,00	<3,00
9			O ₂ , mg/l	2	>7,50	7,50-6,50	6,49-5,00	4,99-2,00	<2,00

**Пример результатов оценки современного состояния качества
поверхностных вод в бассейне р. Неман по согласованной (Беларусь –
Литва) системе оценки**



Общая характеристика точечных источников загрязнения и объемов поступающих от них загрязняющих веществ (территории Беларуси)*

На территории бассейна р. Неман в Беларуси по данным Государственного водного кадастра за 2012 г. расположено 84 предприятия, осуществляющих отведение сточных вод в поверхностные водные объекты.

Всего за 2012 г. в поверхностные водные объекты поступило 124042 тыс.м³ сточных вод, содержащих загрязняющие вещества.

Из них:

- 108700 тыс.м³ (87.6%) – нормативно очищенных;**
- 2140 тыс.м³ (1,7%) – недостаточно очищенных;**
- 13202 тыс.м³ (10,7%) – не требующих очистки (сброс этих сточных вод исходя из их качества не оказывает негативного воздействия на принимающие водные объекты).**

** - результаты анализа могут использоваться при совершенствовании плана управления водными ресурсами бассейна Неман (территории Литвы)*

Общая характеристика точечных источников загрязнения и объемов поступающих от них загрязняющих веществ (территория Беларуси)

В составе сточных вод за 2012 г. в водные объекты поступили следующее количества загрязняющих веществ:

- ✓ БПК5 – 1737.5 тонн;**
- ✓ нефти и нефтепродуктов – 11,5 тонн;**
- ✓ взвешенных веществ – 1650.9 тонн;**
- ✓ фосфора общего – 199057.6 тонн;**
- ✓ хлорид-иона – 11266.8 тонн;**
- ✓ аммоний-иона (в пересчете на N) – 992.6 тонн;**
- ✓ нитрат-иона (в пересчете на N) – 332.9 тонн;**
- ✓ нитрит-иона (в пересчете на N) – 31.9 тонн;**
- ✓ СПАВ – 21103 кг;**
- ✓ железа общего – 52104.1 кг;**
- ✓ меди – 317.9 кг;**
- ✓ цинка – 1743 кг;**
- ✓ никеля – 666.4 кг;**
- ✓ хрома общего 506.4 кг;**
- ✓ свинца 66.1 кг;**
- ✓ фенолов 264 кг.**

** - результаты анализа могут использоваться при совершенствовании плана управления водными ресурсами бассейна Неман (территории Литвы)*

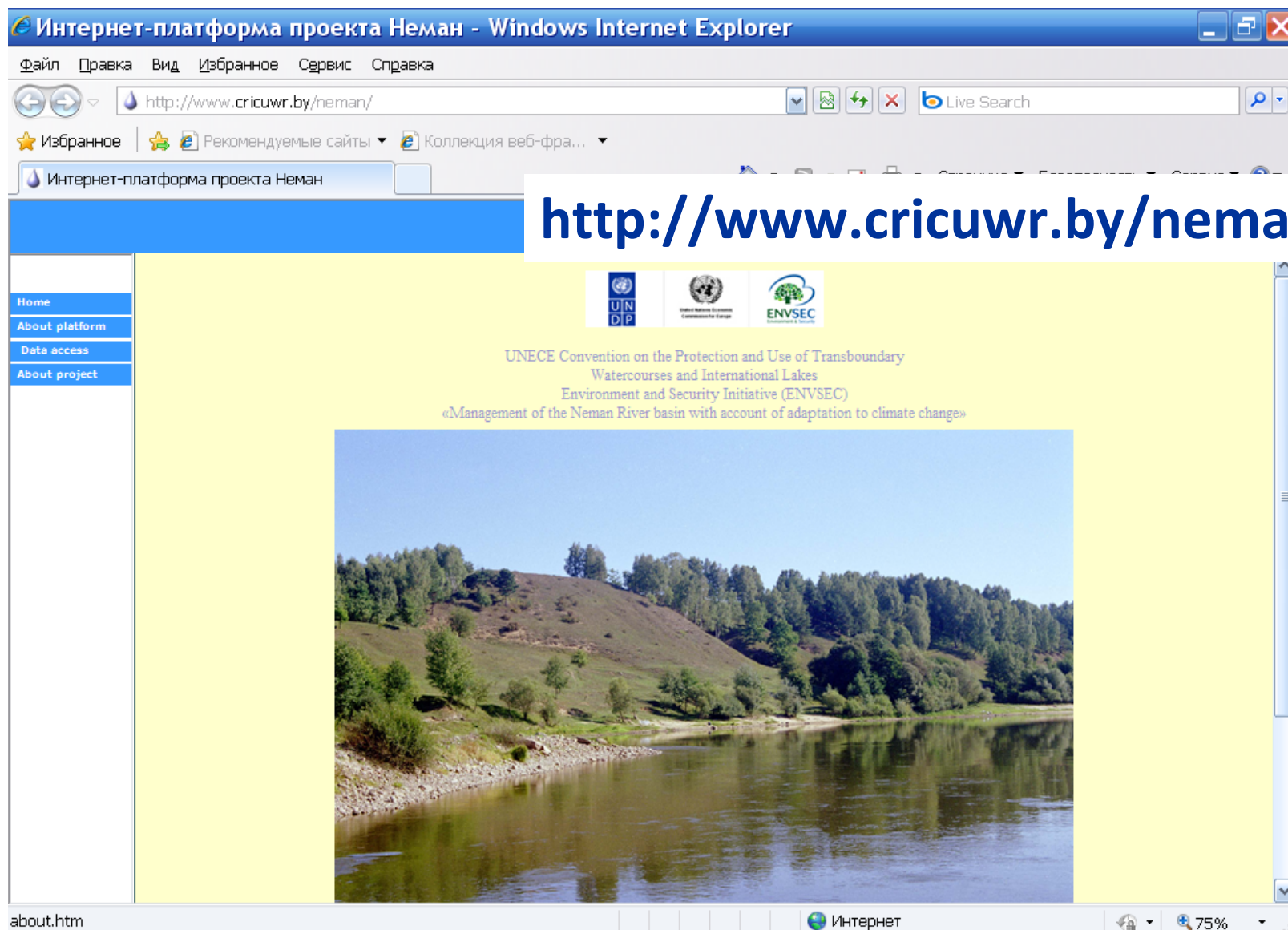
Анализ систем мониторинга в бассейне реки Неман и подготовка предложений по их оптимизации для мониторинга изменения климата



Обобщение предложений по оптимизации систем метеорологического и гидрологического мониторинга (*Giovanni Creta и Инна Русая*)

Country (sub-portion of river basin)	New stations		Stations to be upgraded		Stations to be integrated in the overall system (additional to new or upgraded)	
	Meteo	Hydro	Meteo	Hydro	Meteo	Hydro
Belarus	1	10	9	30	-	-
Lithuania	2	4	-	-	8	11
Kaliningrad Ob.	2	2	-	-	1	5
Total	5	16	9	30	9	16

Разработка общей информационной платформы (Интернет-базы данных). База данных содержит метеорологические и гидрологические данные по всему бассейну р. Неман за период с 1961 по 2012 г. для управления водными ресурсами и адаптации к изменению климата.



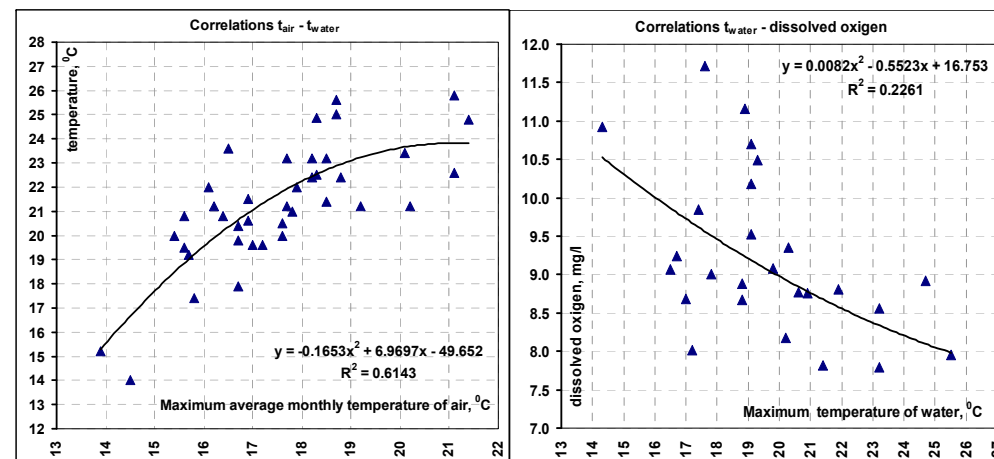
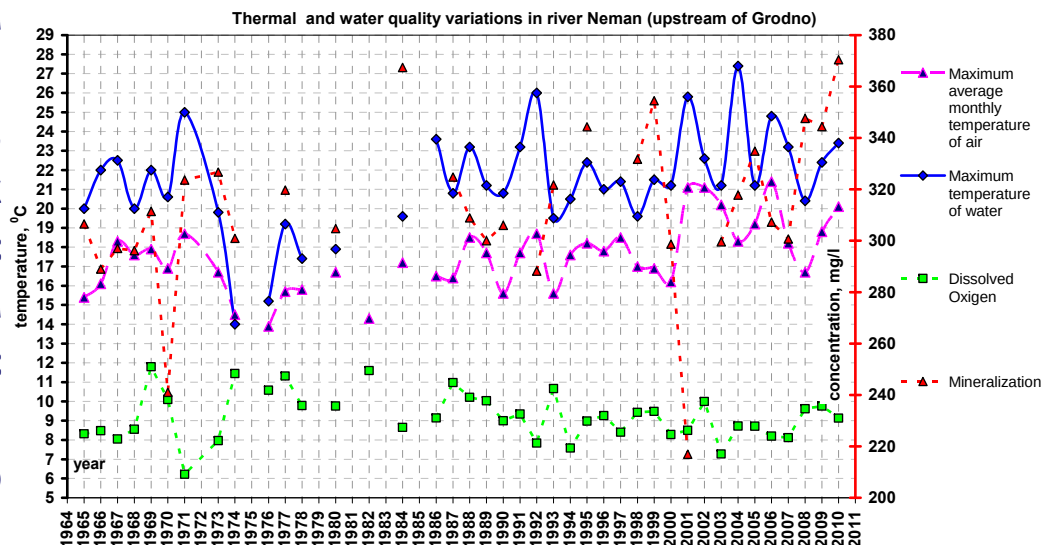
<http://www.cricuwr.by/neman/>

Оценка и прогноз будущего воздействия изменения климата на качество воды для наиболее высокого уровня обобщения

Выполняется по выбранным пунктам мониторинга, расположенным на участках водотоков и водоемов, максимально приближенным к фоновым (природным) условиям с минимальным влиянием антропогенных факторов с использованием двух подходов.

1. Статистический анализ данных по

качеству поверхностных вод, выявление закономерностей и соответствующих регрессионных зависимостей для изменения максимальной температуры воды в зависимости от изменения температуры воздуха, а также изменения концентраций загрязняющих веществ в зависимости от изменения температуры воды с учетом оценки статистической значимости при определении этих зависимостей;



Оценка и прогноз будущего воздействия изменения климата на качество воды для наиболее высокого уровня обобщения

1. Теоретические расчеты прогнозного содержания загрязняющих веществ (в основном – содержания растворенного кислорода) исходя из прогнозного изменения температуры воды с использованием полуэмпирических зависимостей для определения ориентировочных прогнозных целевых диапазонов и исключения грубых ошибок при статистической обработке измерительной информации

Содержание растворенного кислорода в водном объекте в зависимости от температуры воды может быть вычислено по зависимости:

$$[DO] = DO_0 * F_s * F_p, \quad (2.1)$$

где DO_0 – базовое (основное) содержание растворенного кислорода;

F_s – коэффициент, учитывающий соленость (фактор солености);

F_p – коэффициент, учитывающий барометрическое давление

Входящие в зависимость (2.1) величины определяются по следующим формулам [6]:

Beiß (Weiss)

$$DO_0 = 1.42905 * \exp \left[-173.4292 + 249.6339 * \left(\frac{100}{T} \right) + 143.3483 * \left(\ln \left(\frac{T}{100} \right) \right) - 21.8492 * \left(\frac{T}{100} \right) \right], \quad (2.2)$$

$$F_s = \exp \left\{ S * \left[-0.033096 + 0.014259 * \left(\frac{T}{100} \right) - 0.0017 * \left(\frac{T}{100} \right)^2 \right] \right\}, \quad (2.3)$$

где

T – температура воды в градусах Кельвина [$T = (t(^{\circ}C) + 273.15)$];

$t(^{\circ}C)$ – температура воды в градусах Цельсия;

S – показатель солености в промилле, определяется по формуле:

$$S = 5.572 * 10^{-1} * (SC) + 2.02 * 10^{-4} * (SC)^2, \quad (2.4)$$

где SC – специфическая характеристика солености в микросименсах на см ($\mu S/cm$) при $25^{\circ}C$;

$$F_p = \frac{P - u}{760 - u}, \quad (2.5)$$

P – барометрическое давление, мм (давление, оказываемое атмосферой на конкретной высоте над уровнем моря);

$$u = 10^{\left(\frac{8.1076 - 1.750286}{23.4 + T} \right)}. \quad (2.6)$$

Бенсон и Краузе (Benson and Krause)

$$DO_0 = \exp \left[-139.34411 + \frac{1.57570 * 10^5}{T} - \frac{6.642308 * 10^7}{T^2} + \frac{1.243800 * 10^{10}}{T^3} - \frac{8.621949 * 10^{11}}{T^4} \right], \quad (2.7)$$

$$F_s = \exp \left\{ S * \left[0.017674 - \frac{10.754}{T} + \frac{21.407}{T^2} \right] \right\}, \quad (2.8)$$

$$F_p = \frac{(P - u) * (1 - \theta_0 P)}{(1 - u)(1 - \theta_0)}, \quad (2.9)$$

$$u = \exp \left(11.8571 - \frac{3840.7}{T} - \frac{216961}{T^2} \right), \quad (2.10)$$

Гарсия и Гордон (Garcia and Gordon)

$$DO_0 = 1.42905 * \exp \left[2.00907 + 3.22014 * T_s + 4.0501 * T_s^2 + 4.94457 * T_s^3 - \right. \\ \left. - 0.256847 * T_s^4 + 3.88767 * T_s^5 \right], \quad (2.11)$$

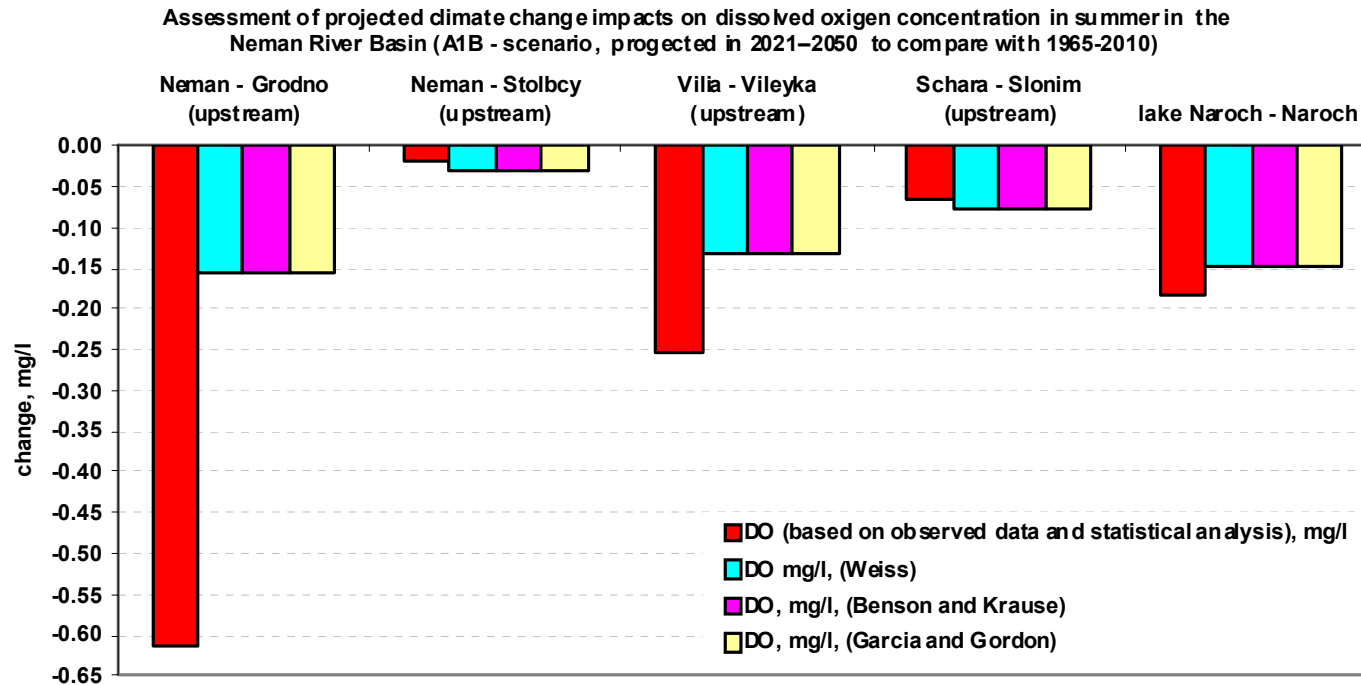
Где температурный коэффициент T_s определяется по формуле

$$T_s = \ln \left(\frac{298.15 - t}{273.15 + t} \right) \quad (2.12)$$

$$F_p = \exp \left\{ S * \left[-0.00624523 - 0.0073761 * T_s - 0.01034 * T_s^2 - 0.00817083 * T_s^3 \right] - 4.88682 * 10^{-7} * S^2 \right\} \quad (2.13)$$

Коэффициент, учитывающий барометрическое давление F_p определяется по формулам Бенсона и Краузе (2.9)-(2.10).

Обобщение прогноза будущего воздействия изменения климата на качество воды



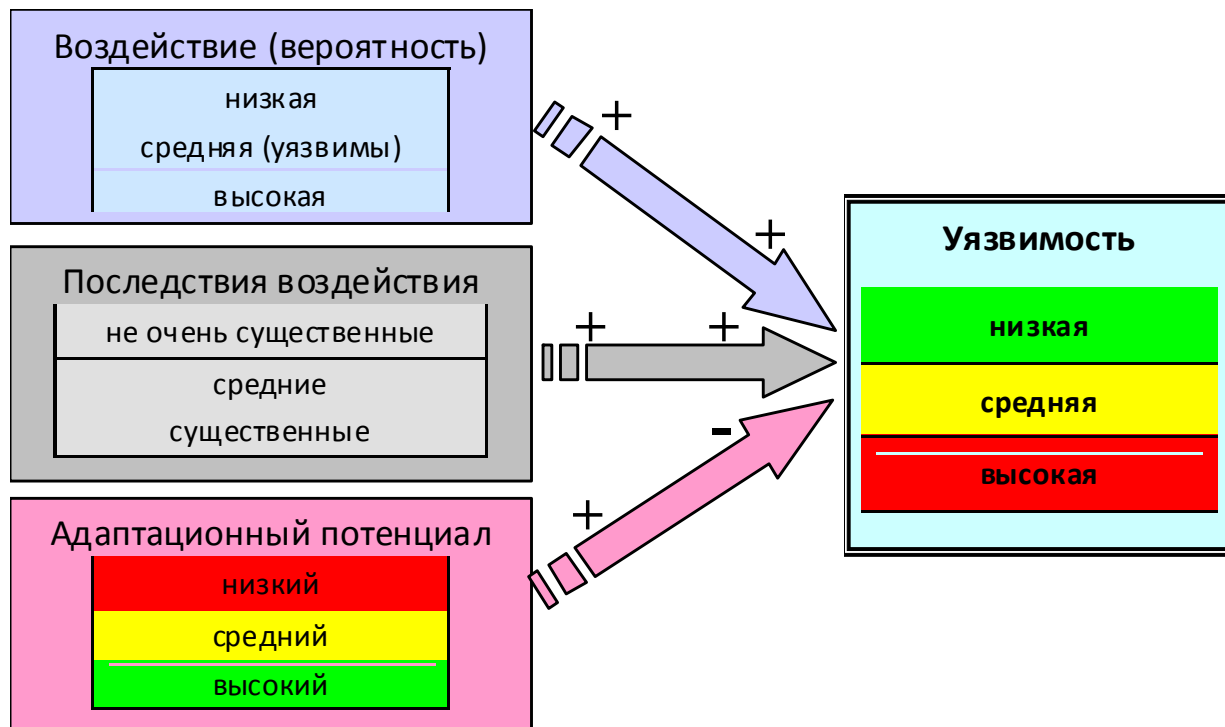
Снижение в среднем содержания растворенного кислорода в поверхностных водах в летний период на 0.25 мг/дм^3 в Беларуси (сравнимо с результатами, полученными *Paul Buijs* для территории Литвы).

Возможное увеличение минерализации на 3-10%.

В результате снижения содержания растворенного кислорода может произойти увеличение концентраций биогенных загрязняющих веществ, а также ухудшение гидробиологических показателей качества поверхностных вод.

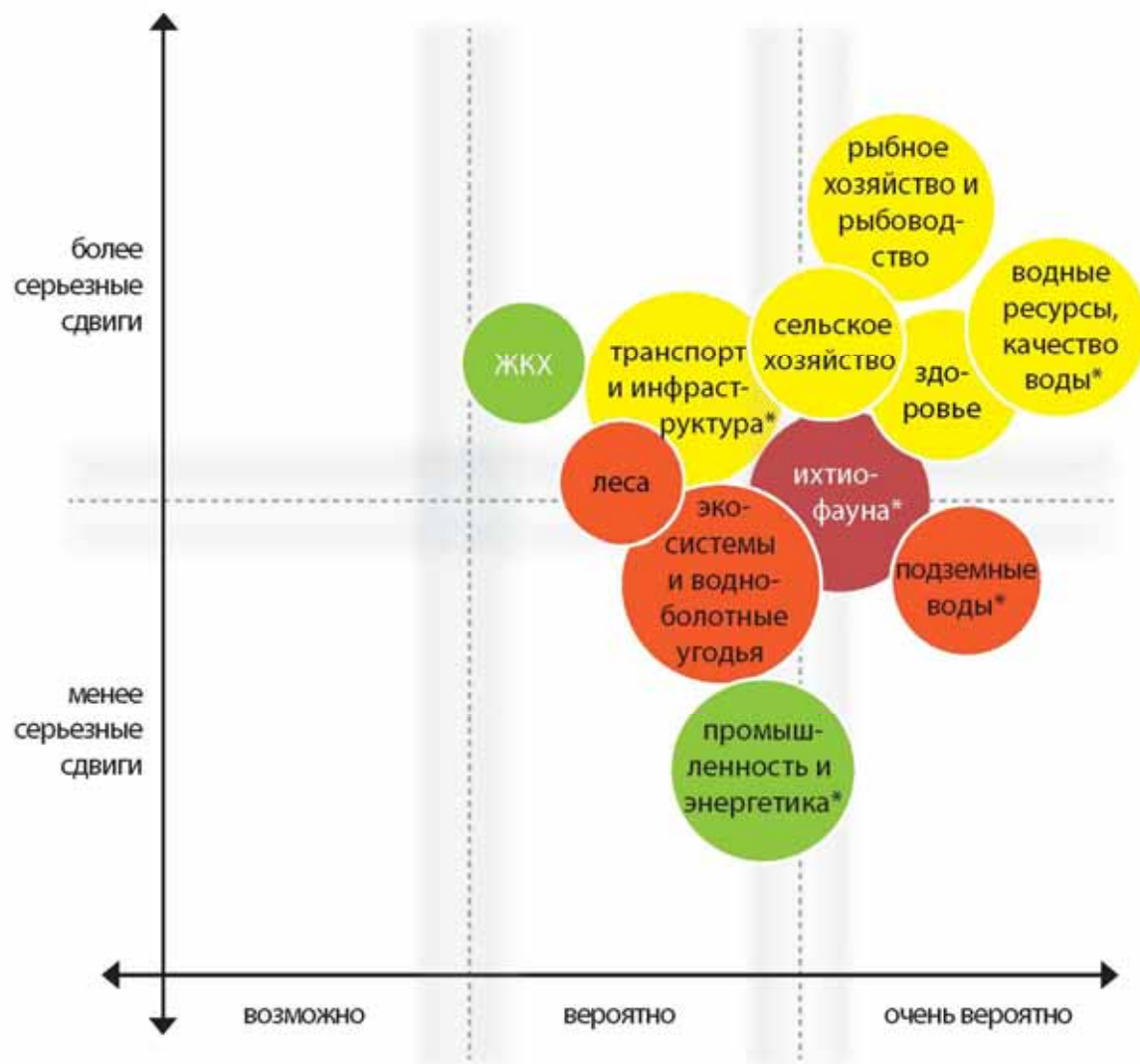
Корреляции между температурой воды и значениями остальных показателей качества не были выявлены, так как значения остальных факторов, влияющих на качество воды, включая антропогенные, более существенно, чем факторы изменения климата на данный момент исследований.

Оценка уязвимости к изменению климата



Виды воздействия / отрасли экономики и природные ресурсы	1. Максимальный сток половодий и паводков — больше воды	2. Минимальный сток (засухи со значительным понижением уровня воды) — меньше воды	3. Изменение качества воды (связано с 1 и 2)	4. Воздействия, не связанные с водными ресурсами
Сельское хозяйство	2	3	1	3
Лесное хозяйство	1	2	1	3
Природные ресурсы (естественные экосистемы)	1	3	1	3
Промышленность и энергетика	1	2	1	2
Население	2	2	2	2

Вероятные последствия изменения климата в бассейне реки Неман

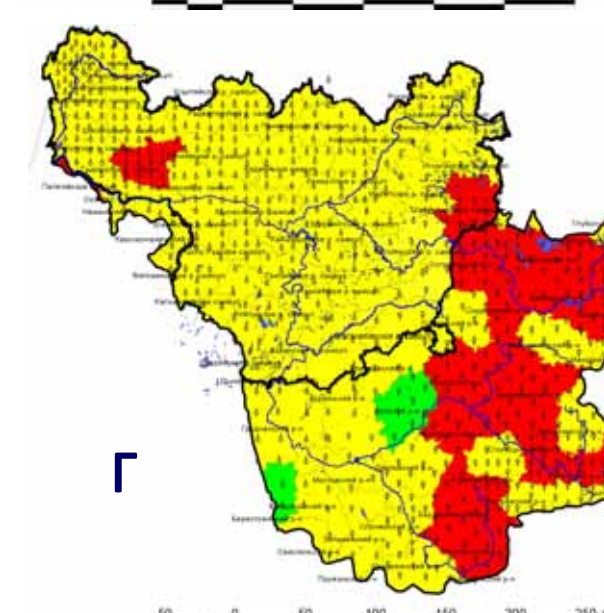
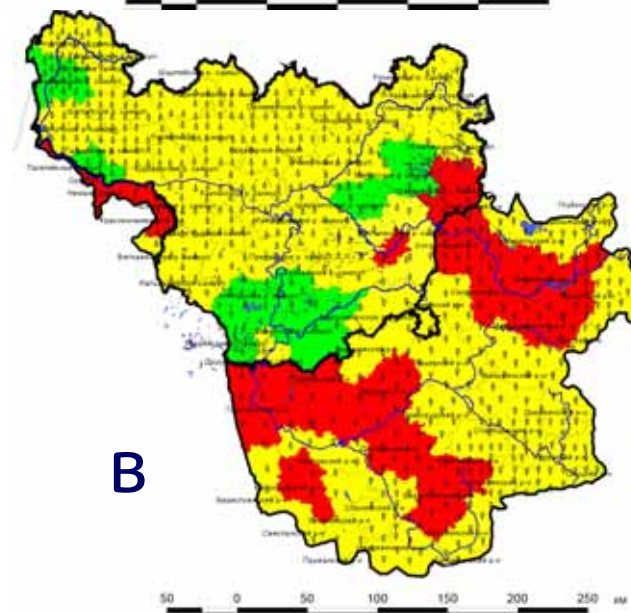
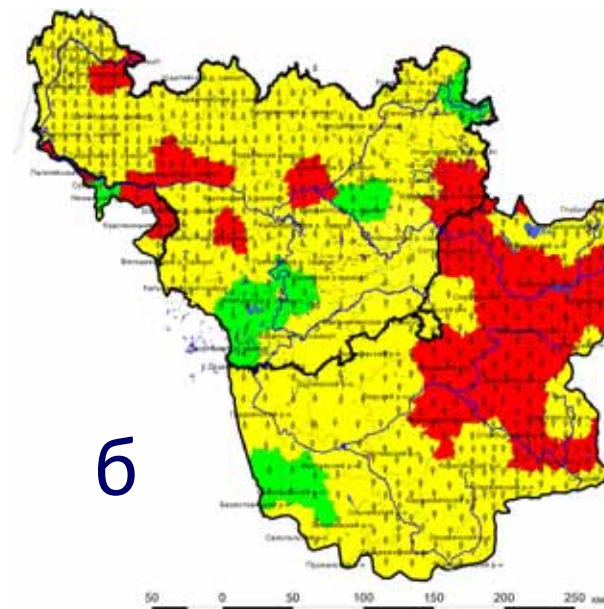
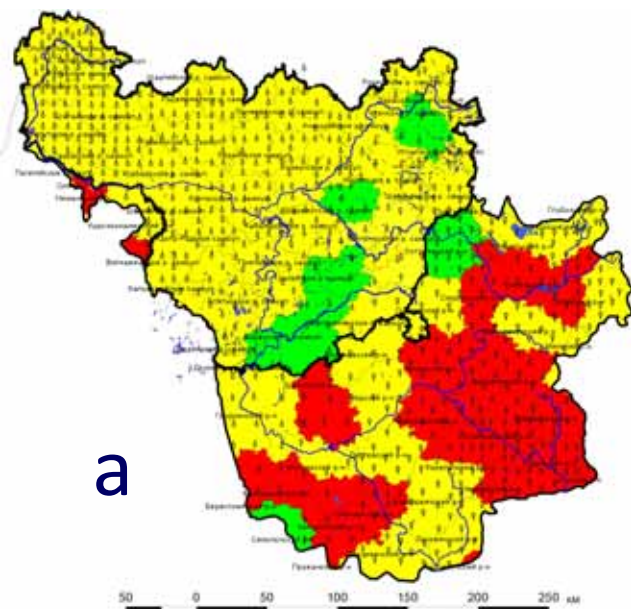


Потенциал адаптации:

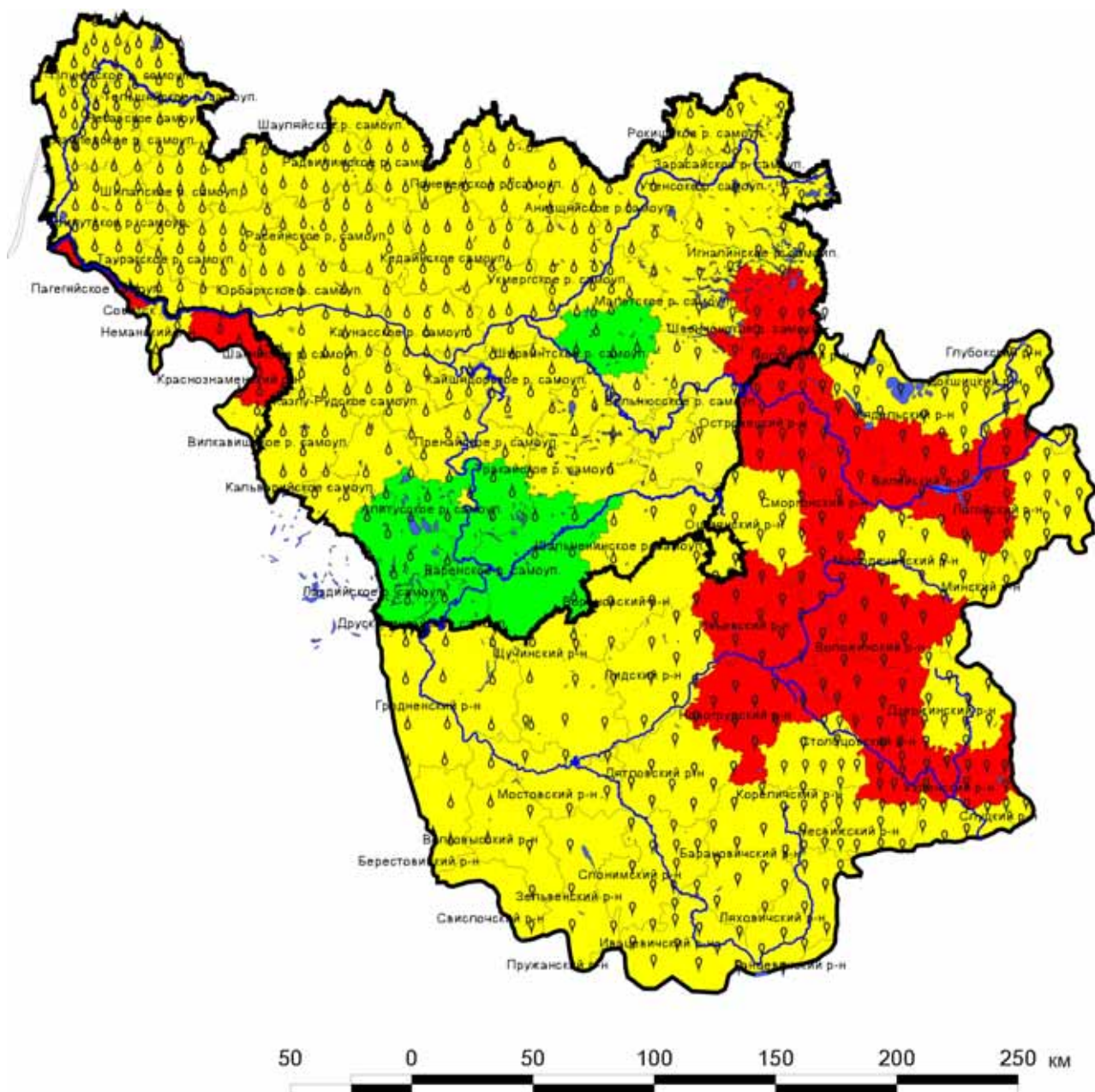


* в большей степени необходимы (согласованные) действия на бассейновом уровне

Схемы уязвимости к изменению климата в бассейне р. Неман:
а- сельское хозяйство; б – лесное хозяйство;
в –промышленность; г - природные ресурсы (естественные экосистемы)



Обобщенная схема уязвимости к изменению климата в бассейне р. Неман с учетом отраслей экономики и природных ресурсов



В ходе разработки стратегических направлений адаптации бассейна Немана к изменению климата в рамках Проекта состоялись три раунда консультаций путем организации и проведения международных семинаров и обзорной поездки по бассейну Немана с участием представителей ЕЭК ООН, органов управления природопользованием, международных и национальных экспертов, заинтересованных водопользователей, а также средств массовой информации и общественности.

Консультации проведены:

- в Беларуси (Гродно, октябрь 2012 г.; Минск, март 2013 г.);
- в Литве (Друскининкай, октябрь 2012 г.; Вильнюс, май 2013 г.);
- в Калининградской области (г. Калининград, январь 2014 г.).

<https://www2.unece.org/ehlm/platform/display/ClimateChange>





**Стратегические направления
адаптации бассейна реки Неман
к изменению климата**

2014 г.

Содержание

От авторов	4	5.1.4. Прогноз воздействия изменения климата на качество поверхностных вод.....	31
Вступительное слово	5	5.1.5. Обобщение оценки воздействия изменения климата на водные ресурсы	31
Предисловие	7	5.2. Общая характеристика воздействия изменения климата на природные ресурсы и отрасли экономики в контексте их взаимосвязи с водными ресурсами	32
Глава 1		Глава 6	
Общие положения	9	Оценка уязвимости водных и связанных с ними природных ресурсов и отраслей экономики к изменению климата в бассейне реки Неман.....	36
Глава 2		Глава 7	
Общая характеристика бассейна реки Неман	11	Стратегические направления адаптации к изменению климата	44
2.1. Географическое положение и гидрографические характеристики.....	11	7.1. Общие принципы адаптации и существующие инструменты в области управления водными ресурсами и адаптации к изменению климата	44
2.2. Водные ресурсы	13	7.2. Общая характеристика стратегических направлений.....	46
2.3. Климат	13	Глава 8	
2.4. Население	14	Разработка и внедрение мероприятий по стратегическим направлениям адаптации к изменению климата.....	49
2.5. Промышленность	14	Список использованных источников.....	53
2.6. Экологическое состояние водных объектов	15	Приложение А	
2.7. Экологические проблемы.....	15	Перечень основных нормативных актов и иных инструментов экологической политики	55
2.8. Бассейновое сотрудничество	19	Приложение Б	
2.9. Тенденции и перспективы	19	Обзор мер в рамках стратегических направлений адаптации к изменению климата в бассейне реки Неман.....	56
Глава 3			
Наблюдаемые изменения климата и стока в бассейне реки Неман	19		
3.1. Наблюдаемые изменения климата	19		
3.2. Наблюдаемые изменения стока.....	20		
Глава 4			
Прогноз изменения климата в бассейне реки Неман.....	21		
4.1. Сценарии изменения климата.....	21		
4.2. Прогнозы изменения климата.....	22		
Глава 5			
Воздействие изменения климата на водные и связанные с ними другие природные ресурсы и отрасли экономики в бассейне реки Неман	25		
5.1. Воздействие изменения климата на водные ресурсы.....	25		
5.1.1. Прогноз изменения стока	25		
5.1.2. Экстремальные гидрометеорологические явления.....	26		
5.1.3. Оценка неопределенности прогнозов воздействия изменения климата на водные ресурсы	30		

Извлеченные уроки

Первый международный опыт (Беларусь – Литва) в области:

- ✓ моделирования климатических и гидрологических характеристик для всего трансграничного бассейна реки (бассейн р. Неман);
- ✓ совместной оценки современного состояния качества поверхностных вод по согласованной системе оценки;
- ✓ обмен метеорологической и гидрологической информацией, создания общей информационной платформы (базы данных в Интернете).

Спасибо за внимание

