

---

---

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ  
И РЕЖИМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

---

---

УДК 556.54(282.247.28)

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В УСТЬЕВОЙ ОБЛАСТИ  
р. НЯМУНАС (НЕМАН)**

© 2013 г. М. В. Михайлова\*, Р. Жаромскис\*\*

*\*Институт водных проблем РАН  
119333 Москва, ул. Губкина, 3  
E-mail: mv.mikhailova@gmail.com*

*\*\*Институт прибрежных исследований и планирования, Клайпедский университет,  
LT-92294 Литва, Клайпеда, ул. Г. Манто, 84*

*E-mail: rimas.zaromskis@cablenet.lt*

Поступила в редакцию 27.05.2012 г.

Приведена географическая характеристика бассейна р. Нямунас (Неман), рассмотрен гидрологический режим реки и Куршского зал. Подробно описаны географо-гидрографические особенности устьевой области Нямунаса: ландшафтно-климатические условия, водный баланс дельты, распределение стока по рукавам, стоковые изменения уровней воды и особенности ледового режима в дельте, штормовые нагоны и наводнения.

*Ключевые слова:* река, залив, море, устьевая область, дельта, дельтовые рукава, сток воды, штормовые нагоны, наводнения, польдеры

**DOI:** 10.7868/S0321059613020053

Нямунас (Неман) – четвертая по водоносности река (после Невы, Гёта-Эльв и Вислы), впадающая в Балтийское море. При впадении в море Нямунас образует комплексную устьевую область, включающую крупную дельту и большую лагуну – Куршский зал. Гидрологический режим устья Нямунаса находится под сложным совместным влиянием речных и морских факторов: стока воды и стока наносов реки и их сезонных колебаний, эвстатического повышения уровня моря, морских нагонов, волнения. Устьевая область Нямунаса расположена в пределах Литовской Республики и Калининградской области Российской Федерации.

Оба государства используют водные ресурсы устья реки для целей судоходства, водоснабжения, сельского и рыбного хозяйства. Устьевая область Нямунаса – хороший пример трансграничного водного объекта. Поэтому исследования сложных гидрологических процессов в этом устье в целях рационального использования его водных ресурсов представляют в настоящее время большой научный и практический интерес.

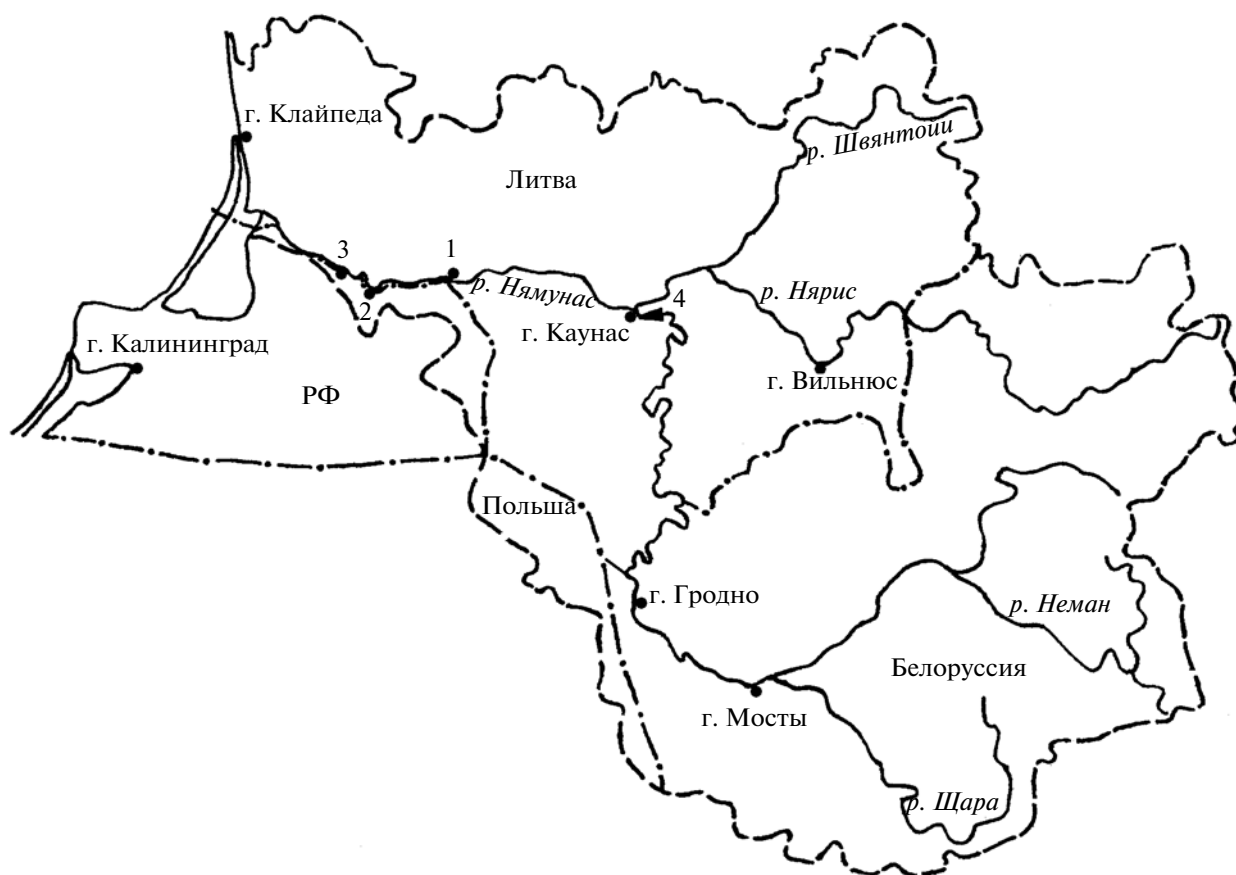
Первые полевые изыскания в дельте Нямунаса были начаты еще в XVII в. в связи с организацией судоходства, мелиоративными мероприятиями и

защитой земель и населенных пунктов от наводнений.

Наблюдения за уровнем воды в заливе в г. Мемель (ныне Клайпеда), на р. Нямунас в г. Тильзит (ныне Советск), а также в дельте у пос. Русне начались в 1807 г. В 1810 г. на основных рукавах дельты начали работать четыре водомерных поста. Измерения расходов воды в дельте проводятся с 1845 г.

Первые подробные сведения о дельте Нямунаса, включая данные об ее гидрологическом режиме, были опубликованы в монографии Г. Келлера [24]. Первые крупные обобщающие работы по гидрографии и гидрологическому режиму низовьев Нямунаса выполнены в 1930-х гг. гидрологом С. Колупайла [25–27]. В годы советской власти обширные работы по гидрологии низовьев и дельты Нямунаса и Куршского зал. были проведены литовскими и русскими специалистами [6, 8, 28, 34–36].

В последние два десятилетия крупные исследования гидрологического режима Нямунаса и его дельты, а также в области рационального использования и охраны водных ресурсов проведены литовскими специалистами [7, 18–20, 30, 32, 38].



**Рис. 1.** Карта-схема бассейна р. Нямунас. Города и гидрологические посты: 1 – Смалининкай, 2 – Советск, 3 – Неман; 4 – Каунасская ГЭС. Штрих-пунктирная линия – граница бассейна, штриховая – государственные границы.

Результаты этих новых исследований устьевой области Нямунаса недостаточно известны в России. Их обзор и обобщение стали основной задачей настоящей статьи. Особое внимание уделено географо-гидрологическим условиям дельты Нямунаса – одной из крупнейших на побережье Балтийского моря, особенностям гидрологических процессов, происходящих в устьевой области в настоящее время, и их возможному изменению в будущем.

#### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА р. НЯМУНАС (НЕМАН)

Нямунас (лит. *Nemunas*, русск. Неман, белор. Нёман, польск. *Nieמן* (*Niemen*), нем. *Memel*) – река в Белоруссии, Литве и Калининградской области России (рис. 1). Длина реки – 937 км, площадь бассейна – 98,2 тыс. км<sup>2</sup>, из них 359 км и 46,6 тыс. км<sup>2</sup> приходится на территорию Литвы [20]. На протяжении 116 км река служит государственной границей между Литовской Республикой и Белоруссией, в низовьях – между Ли-

товской Республикой и Российской Федерацией. На современных картах река в пределах России и Белоруссии имеет название Неман, в пределах Литвы – Нямунас.

Река берет начало в 45 км к югу от Минска между Минской возвышенностью и Копыльской грядой среди осушенных болот Столбцовой моренной равнины. Реку принято делить на три части: верхнее течение – это участок длиной 402 км от истока до впадения притока Котра, среднее течение – длиной 327 км до впадения притока Нярис, нижнее течение, самое короткое, – 208 км [20]. В верхнем течении Неман протекает по Верхненеманской низине, представляющей собой равнину, сформированную флювиогляциальными и озерно-ледниковыми песчаными отложениями. В среднем и частично нижнем течении Неман пересекает Гродненскую возвышенность и Балтийскую моренную гряду, разделенные Средненеманской и другими депрессиями, заполненными флювиогляциальными отложениями. В нижнем течении река течет сначала по Нижненеманской

озерно-ледниковой равнине, где долина постепенно расширяется, а затем по Западно-Жемайтской равнине на моренном основании.

Перепад высот в бассейне реки составляет ~176 м [37]. Максимальная ширина реки достигает ~500 м, максимальная глубина — 5 м. Средняя скорость течения — от 0.4 до 0.7 м/с, во время половодья она увеличивается до 0.7 м/с [37].

В бассейне Нямунаса (Немана) множество небольших озер; озерность бассейна составляет 2.5%.

В главную реку впадает ~215 притоков [18], главные из них — Уса, Березина, Гавья, Дитва, Котра, Мяркис, Нярис, Нявежис, Дубиса, Митува, Юра, Шиша, Миния (правые); Уша, Молчадь, Щара, Зельвянка, Россь, Свислочь, Шешупе (левые).

Нямунас впадает в Куршский зал. (лит. Куршо-Мариос) Балтийского моря (рис. 1). Залив представляет собой мелководную лагуну площадью 1584 км<sup>2</sup>, объемом 6.3 км<sup>3</sup>, длиной 93 км. Средняя и наибольшая ширина залива — 17 и 46 км, средняя и максимальная глубина — 4.0 и 5.8 м соответственно [14]. Залив отделен от моря уникальным природным образованием — Куршской косой (песчаной косой-пересыпью длиной 98 км). Северная часть косы принадлежит Литве, южная — России. На этой косе находятся громадные песчаные дюны высотой до 50–60 м. Залив соединяется с морем Клайпедским прол. длиной 10 км и шириной в самом узком месте ~400 м. Естественная глубина пролива 4–9 м. Для нужд судоходства пролив углублен до 12–14.5 м. Через пролив от г. Клайпеда в море прорыт морской канал.

Нямунас зарегулирован. Около г. Каунас, в 223 км от залива в 1960 г. начала работу Каунасская ГЭС мощностью 100 МВт. Каунасское водохранилище, или Каунасское море (лит. Кауно-Мариос), было заполнено в 1959 г.; его длина — 83 км, средняя ширина — 0.67 км, средняя глубина — 7.3 м, площадь зеркала при НПУ — 63.5 км<sup>2</sup>, полный объем — 462, полезный — 222 млн м<sup>3</sup>. Среднегодовое расхождение воды в створе ГЭС — 293 м<sup>3</sup>/с [3]. В настоящее время водохранилище служит нижним бьефом для Круонисской ГАЭС, введенной в строй в 1998 г. [3]. Современная мощность ГАЭС — 800 МВт. Утвержден проект и начато строительство на р. Неман низконапорной Гродненской ГЭС в Белоруссии.

Судоходство на Нямунасе (Немане) в настоящее время ограничено районом г. Гродно и участком от Каунаса до устья, что связано с отсутствием судопропускных сооружений на Каунасской ГЭС. Нямунас на расстоянии 481 км от моря через левый приток (р. Черная Ганьча) соединен Ав-

густовским каналом (длина 102 км, сооружен в 1824–1829 гг.) с р. Западный Буг и далее — с Вислой (Польша), а через ныне недействующий Огинский канал и реки Щара и Ясельда — с Припятью и, соответственно, с Днепром.

В низовьях Нямунаса развито сельское и рыбное хозяйство, водный транспорт. В Куршском зал. разводят карповых, рыбца, судака, корюшку. Куршская коса представляет собой не только курортную зону, но и естественный заповедник, охраняемый государством.

На реке (вниз по течению) находятся города Столбцы, Березовка, Мосты, Гродно (Белоруссия), Друскининкай, Алитус, Пренай, Биштоннас, Каунас, Юрбаркас, Смалининкай (Литва), Неман, Советск (Россия). В Клайпеде при выходе из Куршского зал. расположен один из крупнейших на Балтике морских портов, центр судостроительной и судоремонтной промышленности.

#### ГЕОГРАФО-ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА р. НЯМУНАС И КУРШСКОГО ЗАЛИВА

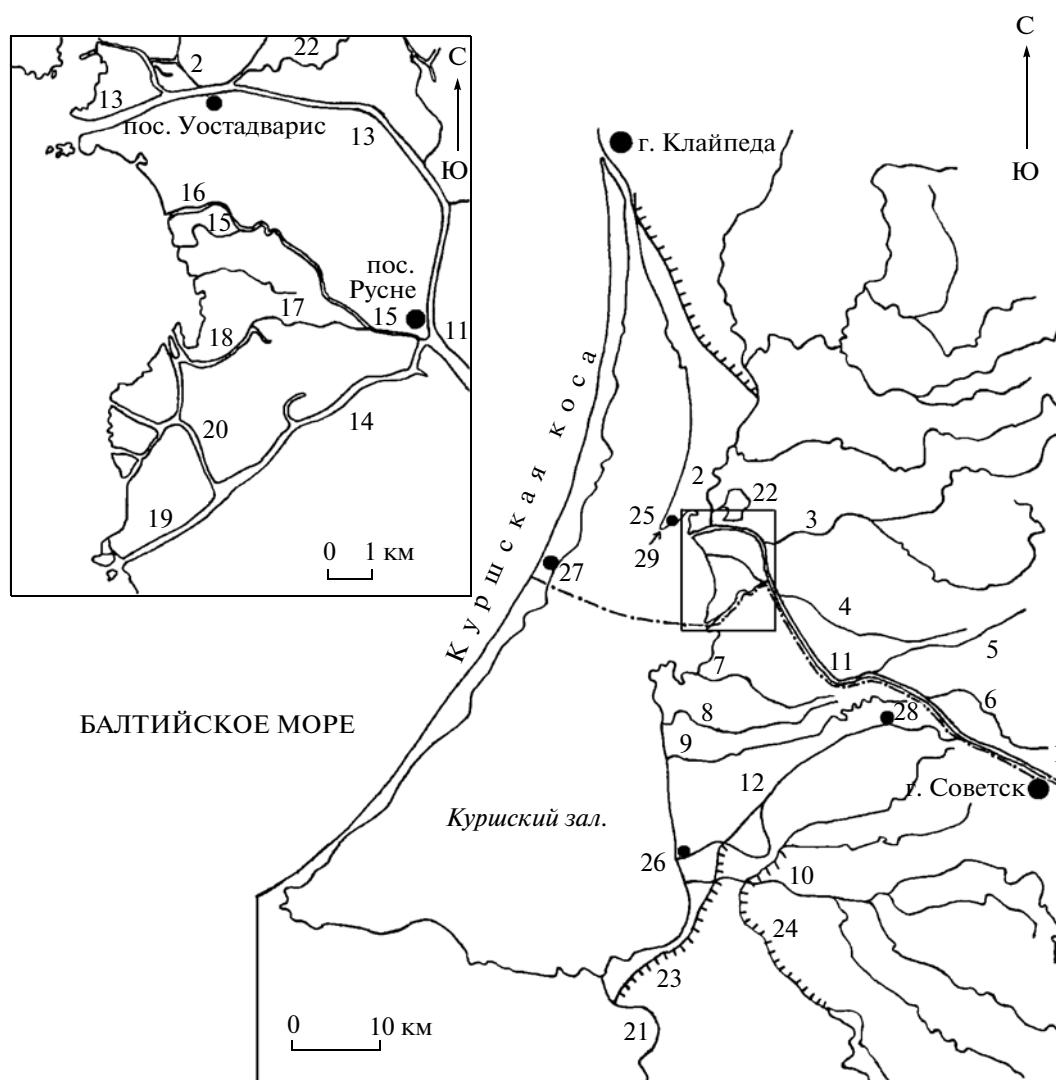
##### *Режим р. Нямунас*

Бассейн р. Нямунас (Неман) расположен в поясе умеренного континентального (с чертами морского) климата. По данным [9], среднегодовое годовое составляющие водного баланса бассейна следующие: осадки — 765 мм, сток — 210 мм, испарение — 555 мм, коэффициент стока — 0.27.

Питание реки смешанное с преобладанием снегового (40%); на долю подземного питания приходится 35, дождевого 25%. Нямунас относится к рекам с весенним половодьем и паводками практически во все сезоны года. В [37] различают два типа весеннего половодья: вызванное зимним и весенним снеготаянием и дождевого происхождения. Катастрофические половодья обычно принадлежат первому типу.

Наблюдения за гидрологическим режимом реки в ее нижнем течении, включая устьевую область, ведутся на сети постов: Смалининкай (Литва, 112 км от залива), Неман (Россия, 72 км), Советск (Россия, 59 км), Русне (Литва, 13.2 км), Уостадварис (Литва, 4 км) (рис. 1, 2).

До зарегулирования реки в 1960-х гг. средний размах колебаний уровня воды во время весеннего половодья в среднем течении реки достигал 10, а в низовьях — 2–3 м [33, 37]. Высокие половодья с большими площадями затопления случаются на Нямунасе каждые 10–20 лет. Так, катастрофические наводнения происходили в 1926, 1941 и 1958 гг. [20]. Во время наводнения весной 1958 г. в низо-

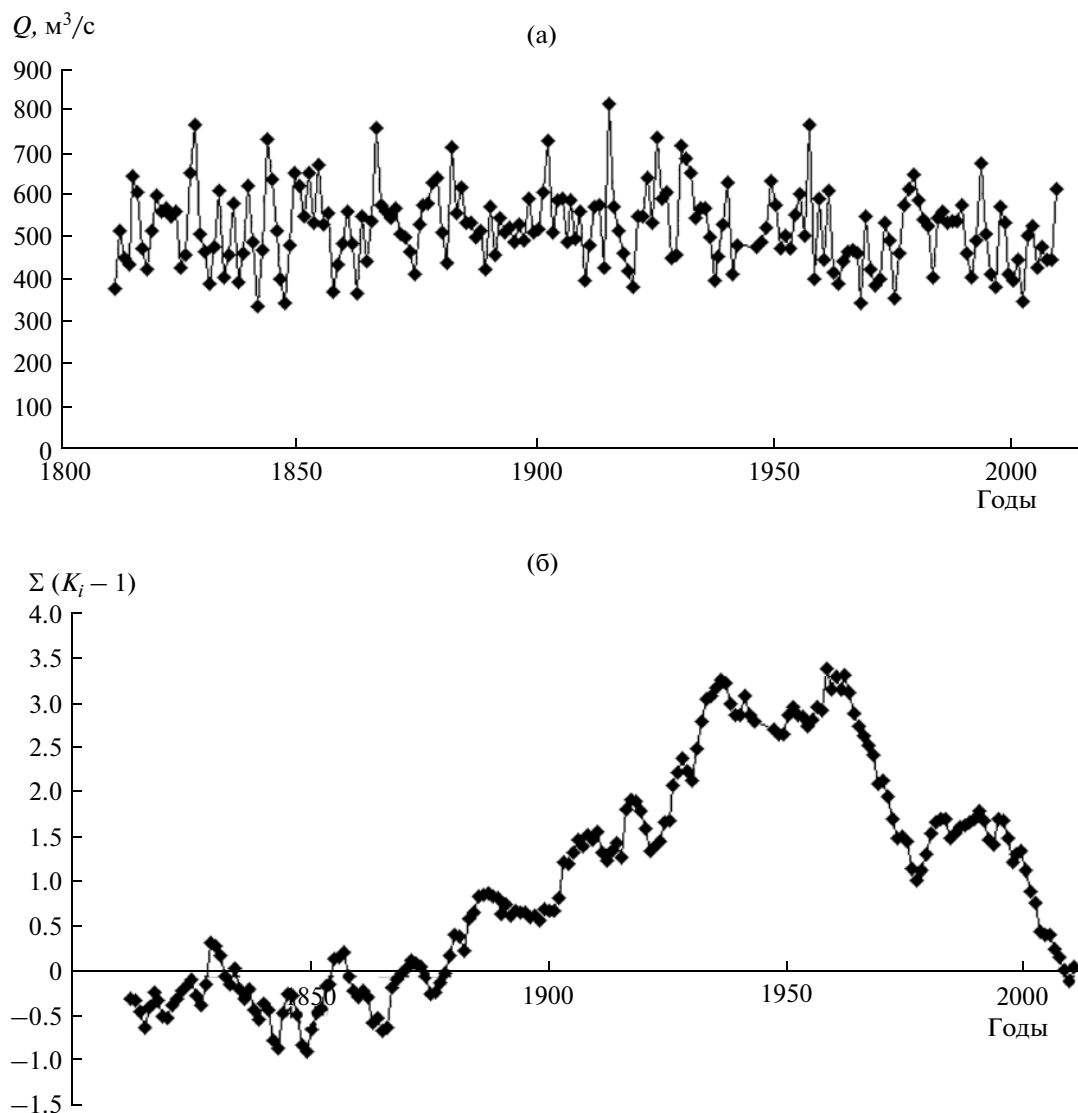


**Рис. 2.** Карта-схема устьевой области Нямунаса и дельтовой системы рук. Русне (на врезке). Реки и притоки: 1 – Нямунас, 2 – Миния, 3 – Шиша, 4 – Лейте, 5 – Верже, 6 – Геге, 7 – Широкая, 8 – Рыбная, 9 – Промысловая, 10 – Немонин; рукава дельты Нямунаса: 11 – Русне, 12 – Матросовка (Гиля), 13 – Атмата, 14 – Скирвите, 15 – Пакальне, 16 – Руснайте, 17 – Ворсуне, 18 – Скатауле, 19 – Тиесиои, 20 – Витинис; 21 – Дейма (рукав р. Преголи); 22 – оз. Кроку-Ланка; каналы: 23 – Приморский, 24 – Немонинский; гидрологические посты: 25 – Вянте, 26 – Матросово, 27 – Нида, 28 – Мостовое; 29 – мыс Вянтес-Рагас. Штрих-пунктирная линия – государственная граница между Российской Федерацией и Литвой.

вях Нямунаса было затоплено ~600 км<sup>2</sup> земель (400 км<sup>2</sup> в Литве и 200 км<sup>2</sup> в России в Калининградской области) [37]. После 1970 г. катастрофических наводнений на реке не было, в настоящее время периодические наводнения в половодье случаются только в низовьях и дельте реки.

**Многолетние изменения годового стока.** Хорошее представление о многолетних колебаниях годового стока Нямунаса дает анализ ряда наблюдений на г/п Смалининкай, который замыкает водо-

досбор реки площадью 81.2 тыс. км<sup>2</sup> (82.7% общей площади бассейна реки). Уникальные по продолжительности наблюдения на этом посту начаты в 1811 г. Это один из самых длинных гидрологических рядов в Европе, длиннее лишь ряд наблюдений на р. Гёта-Эльв в Швеции, ведущихся с 1807 г. (для сравнения – наблюдения на Днепре ведутся с 1818 г., Везере – с 1821 г., Дунае – с 1840 г., Эльбе –



**Рис. 3.** Изменения среднегодовых расходов воды р. Нямунас на г/п Смалининкай (а) и нормированная разностная интегральная кривая годового стока на этом посту (б) за 1812–2010 гг.

с 1851 г. Неве — с 1859 г.) [20]. В распоряжении авторов статьи имеются данные г/п Смалининкай за 1812–2010 гг. [20, 21].

Анализ ряда наблюдений на г/п Смалининкай показал следующее:

среднегодовые расходы воды за весь период наблюдений изменялись в очень узком диапазоне — от 350 до 829 м<sup>3</sup>/с (рис. 3а);

по расчетам авторов статьи, среднемноголетний расход воды Нямунаса на г/п Смалининкай составляет 534 м<sup>3</sup>/с, а средний годовой сток — 16.85 км<sup>3</sup>/год. Эти цифры соответствуют данным, приведенным в [20], и близки к цифре, упомянутой в [2] (17.0 км<sup>3</sup>/год);

наибольшие среднегодовые расходы воды отмечены в 1916 (829 м<sup>3</sup>/с), 1829 и 1958 гг. (по 780 м<sup>3</sup>/с); наименьшие наблюдались в 1842 (350 м<sup>3</sup>/с), 1969 (356 м<sup>3</sup>/с) и 1848 гг. (358 м<sup>3</sup>/с). Эти цифры свидетельствуют о том, что многолетняя изменчивость годового стока реки невелика: наибольшие среднегодовые расходы воды превышают наименьшие всего в 2.2–2.4 раза. Это говорит о хорошей естественной многолетней зарегулированности стока реки.

Однако, как следует из нормированной разностной интегральной кривой (НРИК) среднегодовых расходов воды Нямунаса на г/п Смалининкай (рис. 3б), в многолетних изменениях стока можно выделить два длительных периода: до сере-

**Таблица 1.** Многолетняя изменчивость годовых расходов воды р. Нямунас на г/п Смалининкай (в скобках – число лет) по [29]

Цикл водности	Период водности	Средний расход воды, м <sup>3</sup> /с
1816–1843 (28)	1816–1829 (14)	567
	1830–1843 (14)	489
1844–1866 (23)	1844–1857 (14)	573
	1858–1866 (9)	481
1867–1898 (32)	1867–1885 (19)	576
	1886–1898 (13)	523
1899–1921 (23)	1899–1910 (12)	578
	1911–1921 (11)	521
	1922–1948 (27)	611
1949–1977 (29)	1922–1936 (15)	611
	1937–1948 (12)	523
	1949–1962 (14)	561
1978–2009 (32)	1963–1977 (15)	452
	1978–1990 (13)	566
	1991–2009 (19)	480

дины XX в., когда годовой сток увеличивался, и после, когда он уменьшался.

Более детально особенности многолетних изменений годового стока Нямунаса рассмотрены в [20, 29] (табл. 1). В многолетних колебаниях среднегодовых расходов за 1816–2010 гг. (табл. 1) выделены семь полных циклов продолжительностью 23–32 года (в среднем 27 лет), включающих периоды повышенной и пониженной водности со средней продолжительностью 14 и 13 лет соответственно. Самый длительный цикл (32 года) отмечен с 1867 по 1898 г., наиболее короткие (23 года) – с 1844 по 1866 г. и с 1899 по 1921 г. Самый большой среднееголетний расход воды (611 м<sup>3</sup>/с) зафиксирован в период повышенной водности в 1922–1936 гг., самый низкий (452 м<sup>3</sup>/с) – в период пониженной водности (1963–1977 гг.).

Тенденцию уменьшения стока реки во второй половине XX в. (рис. 3б) подтверждают данные табл. 1. В 1949–2009 гг. средний расход воды на г/п Смалининкай составил 510 м<sup>3</sup>/с, что заметно меньше величины 534 м<sup>3</sup>/с, полученной за весь период с 1812 г.

Для приближенного переноса данных о среднееголетнем стоке Нямунаса с г/п Смалининкай в устьевую область этой реки можно воспользоваться соотношением площади всего бассейна реки и площади, которую замыкает г/п Смалининкай. Это соотношение составляет  $98.2/81.2 = 1.21$ . Умножив это число на величину средне-

многолетнего стока на посту, получим, что в Куршский зал. Нямунас в среднем выносит 646 м<sup>3</sup>/с, или ~20.4 км<sup>3</sup>/год. Эта цифра близка к среднееголетней величине стока р. Нямунас в устье – 20.0 км<sup>3</sup>/год, которая соответствует среднееголетнему расходу воды Нямунаса в устье – 632 м<sup>3</sup>/с, указанному в [20].

В монографии [2] для стока всего Нямунаса приведены такие цифры: по осредненным данным за период до 1987 г. – 19.7 км<sup>3</sup>/год, по данным до 2006 г. – 19.2 км<sup>3</sup>/год (уменьшение стока составило 0.5 км<sup>3</sup>/год, или 2.5%). В этой же монографии приведен коэффициент перехода от величины стока на г/п Смалининкай к величине стока Нямунаса в устье, равный 1.15. При средней величине водного стока реки 17.0 [2] получим расход воды 513 м<sup>3</sup>/с и величину среднееголетнего стока в устье 19.6 км<sup>3</sup>/год. Объем стока на г/п Советск за 1930–2005 гг., по данным [2], составляет 17.7 км<sup>3</sup>/год.

Многолетнее уменьшение водного стока р. Нямунас, выявленное в [2] и подтвержденное выше (рис. 3б; табл. 1), объясняется в основном климатическими причинами, поскольку в бассейне р. Нямунас, по [2], нет крупных антропогенных потерь стока. По-видимому, это утверждение требует уточнения. Результаты исследований влияния водохозяйственных мероприятий в Литве на сток Нямунаса [20] показывают, что проведенные во второй половине XX в. мелиоративные мероприятия могли привести к некоторому уменьшению водного стока реки в ее низовьях. Поэтому более правильно будет считать, что на многолетнем уменьшении стока реки сказались две причины: климатическая и воздействие региональных водохозяйственных мероприятий.

В [2] с учетом разных климатических сценариев сделана приближенная прогностическая оценка стока Нямунаса на г/п Смалининкай на начало XXI в. Получены величины уменьшения стока реки по сравнению с “нормой” (17.0 км<sup>3</sup>/год): к 2010 г. – на 4.1%, к 2015 г. – на 11.8%.

Рассчитанная выше многолетняя величина водного стока реки (20.4 км<sup>3</sup>/год) и новая среднегодовая величина осадков в бассейне реки (700 мм) [20] позволяют уточнить основные составляющие многолетнего водного баланса бассейна Нямунаса: сток – 20.4 км<sup>3</sup>/год (208 мм), осадки – 68.7 км<sup>3</sup>/год (700 мм), на долю испарения придется 48.3 км<sup>3</sup>/год (492 мм), коэффициент стока составит 0.30.

**Сезонные изменения водного стока.** С помощью исходных данных, опубликованных в [21], авторы

**Таблица 2.** Внутригодовое распределение средних  $Q_{\text{ср}}$ , максимальных  $Q_{\text{макс}}$  и минимальных  $Q_{\text{мин}}$  месячных расходов воды р. Нямунас на г/п Смалининкай за 1812–2003 гг. (по данным [18]). В числителе –  $\text{м}^3/\text{с}$ , в знаменателе – %, в скобках – год

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$Q_{\text{ср}}$	$\frac{455}{7.1}$	$\frac{469}{7.3}$	$\frac{750}{11.7}$	$\frac{1284}{20.0}$	$\frac{614}{9.6}$	$\frac{399}{6.2}$	$\frac{363}{5.6}$	$\frac{374}{5.8}$	$\frac{362}{5.6}$	$\frac{402}{6.3}$	$\frac{471}{7.3}$	$\frac{481}{7.5}$
$Q_{\text{макс}}$	1800 (1916)	1750 (1834)	1820 (1906)	3430 (1829)	1600 (1931)	1090 (1928)	776 (1851)	1110 (1828)	975 (1933)	1280 (1885)	1600 (1950)	1120 (1980)
$Q_{\text{мин}}$	181 (1912)	185 (1922)	205 (1840)	433 (1974)	297 (1894)	219 (1915)	199 (1964)	175 (1992)	191 (1964)	203 (1969)	214 (1919)	174 (1920)

статьи рассчитали внутригодовое распределение стока воды Нямунас на г/п Смалининкай за 1812–2003 гг. (табл. 2).

На весеннее половодье (март–май) приходится 41.3% годового водного стока, на лето (июнь–август) – 17.6%, на осень (сентябрь–ноябрь) – 19.2%, на зиму (декабрь–февраль) – 21.9%. По многолетним данным (табл. 2), самый многоводный месяц – апрель (20.0% годового стока), самые маловодные – июль и сентябрь (по 5.6% годового стока). Соотношение объемов стока многоводных и маловодных месяцев составляет ~3.6, что свидетельствует о хорошей естественной внутригодовой зарегулированности стока р. Нямунас в силу физико-географических особенностей бассейна реки – его низменного рельефа, большой залесенности и заболоченности.

По оценкам ГГИ [2], одновременно с уменьшением среднего стока Нямунаса на  $0.5 \text{ км}^3/\text{год}$  (на 2.5%) произошло и некоторое внутригодовое перераспределение стока реки. На г/п Гродно сток немного возрос в зимние, в некоторые летние и осенние месяцы, но заметно снизился в период весеннего половодья.

В бассейне Нямунаса (Немана) отсутствует крупный водозабор и нет больших водохранилищ. Поэтому режим реки признан незарегулированным [2], а изменения внутригодового распределения стока воды в основном объясняются климатическими причинами, в частности общим потеплением климата. Отмеченные выше сезонные изменения водного стока Нямунаса в основном обусловлены более теплыми, чем раньше, зимами, уменьшением зимних осадков и снеговых запасов к началу более раннего снеготаяния, увеличением дождевых осадков в летнее время.

По данным литовских исследователей, проведенные в конце XX в. гидротехнические и мелиоративные мероприятия также повлияли на внутригодовое распределение водного стока в низо-

вьях Нямунаса. Так, в результате сооружения Каунасского водохранилища сток весеннего половодья уменьшился на 7.8–13% [20]. Большое влияние на водный сток оказало массовое строительство небольших водохранилищ в литовской части бассейна Нямунаса (865 водохранилищ). Водохранилища заметно повлияли на сток весеннего половодья, который уменьшился на 18% [19]. Некоторые авторы считают, что за последние 50 лет сток половодья уменьшился на величину от 26 до 31% [32].

**Максимальный и минимальный сток.** Многолетние данные наблюдений (табл. 2) свидетельствует о том, что максимальный сток формируется, во-первых, в период весеннего половодья, во-вторых, во время летне-осеннего периода с паводками, в-третьих, во время зимних оттепелей. Наибольшие среднемесячные расходы воды обычно отмечаются в марте–апреле во время весеннего половодья, зимой в январе–феврале, а также во время дождевых паводков в мае, июне, ноябре. Естественной зарегулированностью стока реки объясняется небольшой диапазон их изменения.

Максимальные среднемесячные расходы воды обычно находятся в пределах  $1000\text{--}1800 \text{ м}^3/\text{с}$ . Исключение составляет лишь пик половодья, когда эти расходы могут превысить  $3000 \text{ м}^3/\text{с}$ . Наибольший мгновенный расход воды за весь период наблюдений на г/п Смалининкай был зарегистрирован 12 апреля 1829 г. и составил  $6822 \text{ м}^3/\text{с}$  [37].

Минимальные среднемесячные расходы воды могут отмечаться в любые месяцы года (табл. 2) и обычно составляют от  $175$  до  $200 \text{ м}^3/\text{с}$ . Только в апреле и мае они больше  $300\text{--}400 \text{ м}^3/\text{с}$ . Экстремально низкий расход воды на г/п Смалининкай оказался равным  $91.5 \text{ м}^3/\text{с}$  и был зарегистрирован 13 декабря 1953 г.

**Таблица 3.** Водный баланс Куршского зал. за 1960–2007 гг. (по [22])

Составляющие водного баланса	км <sup>3</sup> /год
Приходные	
$Q_p$	21.847
$Q_{\text{море-зал}}$	6.125
$P$	1.194
$\Sigma$	29.166
Расходные	
$Q_{\text{зал-море}}$	27.655
$Z$	1.006
$\Sigma$	28.661
$\Delta W$	0.037
Невязка расчета баланса	0.468

**Ледовые явления.** Осенний ледоход на реке бывает с конца ноября по декабрь. Нямунас замерзает обычно в декабре, но зимой возможны временные вскрытия и ледоход. Река окончательно вскрывается в конце марта, иногда в феврале или апреле. В последние десятилетия число дней с ледовыми явлениями, особенно с устойчивым ледяным покровом, сократилось в 1.5–2 раза [17].

**Сток наносов.** Сток взвешенных наносов Нямунаса на г/п Смалининкай за 1959–1980 гг. составил 410 тыс. т/год при средней мутности воды 27 г/м<sup>3</sup> (максимум 260 г/м<sup>3</sup>) [5]. Однако к устью сток наносов, по-видимому, заметно уменьшается. По расчетам [10], основанным на сравнении данных за 1976–1979 гг., на участке между городами Смалининкай (112 км от залива) и Неман (72 км) сток наносов уменьшается до 164 тыс. т/год. Средняя мутность уменьшается до 8–9 г/м<sup>3</sup>. Сведения, что сток наносов Нямунаса составляет ~1 млн т/год [8], видимо, сильно завышены.

#### *Режим Куршского зал.*

Режим Куршского зал. в основном определяется стоком р. Нямунас, стоком впадающего в залив водотока Дейма (рук. Преголи) и других небольших рек, а также водообменом с Балтийским морем через Клайпедский прол. По оценкам [8], величина речного стока в залив в 1950-х гг. составляла 21 км<sup>3</sup>/год, осадки на поверхности залива – 1.15 км<sup>3</sup>/год, испарение – 0.68 км<sup>3</sup>/год; из моря через пролив поступало 1.9 км<sup>3</sup> воды в год. Таким образом, отток вод из залива в море был равен 23.37 км<sup>3</sup>/год, а результирующий водообмен через пролив – 21.47 км<sup>3</sup>/год.

Новые результаты расчета составляющих водного баланса Куршского зал. за 1960–2007 гг. приведены в табл. 3 по данным [22]. Расчет проводился по формуле

$$(Q_p + P - Z) + (Q_{\text{море-зал}} - Q_{\text{зал-море}}) = \pm \Delta W,$$

где  $Q_p$  – поступление речных вод в залив,  $P$  – осадки на поверхности залива,  $Z$  – испарение с поверхности залива,  $Q_{\text{море-зал}}$  и  $Q_{\text{зал-море}}$  – соответственно приток морских вод в залив и отток вод из залива в море через Клайпедский прол.,  $\pm \Delta W$  – изменение объема воды в заливе.

В [22] отмечено, что за расчетный период суммарный приток речных вод в залив изменялся в пределах от 13.97 (1969 г.) до 30.0 км<sup>3</sup>/год (1980 г.). Водообмен через Клайпедский прол. после углубления Клайпедского канала увеличился. Так, годовой объем суммарного водного стока, поступающего в Куршский зал., в 1963–1982 гг. составлял 21.169, а в 1963–2002 гг. – 22.468 км<sup>3</sup>, т.е. вырос на 5.8%. Поступление воды в залив из моря особенно увеличивается во время нагонов. Некоторое количество морской воды поступает в залив в придонной (углубленной) части пролива и в штилевых условиях. В итоге приток воды в залив из моря увеличился на 20.6%.

Средний уровень Куршского зал. на 15 см выше среднего уровня Балтийского моря [10]. Иногда уровень в северной части залива повышается из-за ледяных заторов в ней, как это случилось весной 1951 г., когда уровень воды повысился на 1.24 м [16]. В [15] отмечено, что в результате повышения уровня Мирового океана уровень Куршского зал. на ГМС Нида (Литва) с 1961 по 2004 г. повысился на 12.4 см (интенсивность роста 2.9 мм/год).

Во время весеннего половодья в северной части залива устанавливается постоянное стоковое течение. Значительные поступления воды из моря через пролив во время нагонных явлений обычно непродолжительны. В таких случаях морские воды, втекая в залив, направляются к югу вдоль его западного берега.

В северной части Куршском зал. (Нида, Вянте) нагоны обычно не превышают 20–25 см, подъемы уровня >40 см наблюдаются здесь очень редко. Повторяемость нагонов такой высоты заметно увеличивается в южной части залива. Сгоны в Куршском зал. наблюдаются редко (уровень может понизиться на 30–35 см) [8]. В районе Клайпеды нагоны вызываются западными, северо-западными ветрами. В Клайпедке наибольший нагон во время сильного шторма в октябре 1967 г. составил 185 см [16]. Наибольший сгон здесь не превысил 100 см.



Куршский зал. сильно опреснен речными водами. Обычно, особенно в половодье, соленость его вод не превышает 1–2‰. Соленость воды в Клайпедском прол. у г. Клайпеды заметно больше. По данным многолетних наблюдений [4], наибольшая соленость поверхностного слоя воды здесь отмечается в июле (6.1‰), а также в декабре и январе (5.8 и 6.0‰), наименьшая – в апреле (3.6‰) во время половодья на реке. После углубления Клайпедского прол. все чаще отмечается соленость воды до 3‰ в северной части залива.

Воды мелководного Куршского зал. хорошо перемешаны. Температура поверхностного слоя редко превышает температуру придонного более чем на 1–2°C. По данным за многолетний период [4], среднемесячная температура воды на поверхности в проливе у Клайпеды наибольшая – в июле и августе (17.3 и 17.9°C), наименьшая – в феврале (0.6°C).

Лед в заливе устанавливается в конце ноября, продолжительность ледостава – в среднем 3 мес., но в особенно суровые зимы – до 5 мес. Так, в очень холодную зиму 1838/1839 гг. ледостав продолжался 160 дней [17]. Наибольшая толщина льда в заливе – 90 см. Вскрытие залива ото льда обычно происходит в середине марта. В Клайпедском прол. вследствие постоянного судоходства и выноса льда выходящим из залива в море течением сплошной ледяной покров не образуется.

## ГЕОГРАФО-ГИДРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЛЬТЫ НЯМУНАСА

### *Гидрография устьевой области р. Нямунас*

Согласно классификации устьев рек [12], устьевую область Нямунаса можно отнести к дельтово-эстуарному типу. Она состоит из дельты, эстуарного водоема лагунного типа (Куршского зал., включающего Клайпедский прол. и блокирующую залив Куршскую косу) и открытого устьевого взморья (прибрежной зоны Балтийского моря) (рис. 2).

В вершине дельты река делится на два основных рукава: правый, главный – Русне длиной 35 км и левый – Матросовка (Гилия) длиной 43 км (рис. 2). Рук. Русне в свою очередь делится на крупные рукава: правый – Атмата длиной 12.6 км и левый – Скирвите длиной 9.7 км. В рук. Атмата около пос. Устадварис впадает справа р. Миния, и через 3 км объединенный водоток выходит в залив. От рук. Скирвите у пос. Русне направо отделяется небольшой рук. Пакальне длиной 8 км, а от рук. Пакальне налево – протоки Ворсуне и Скатуле, направо – проток Руснайте. Ниже по течению,

недалеко от впадения в Куршский зал. рук. Скирвите разделяется на два рукава (оба длиной по 2 км): правый Витинис и левый Тиесиои (которые старые рыбаки называют Острагинис-Уостас). Рук. Витинис перед впадением в залив распадается на несколько протоков, отделяющихся друг от друга песчаными островами и отмелями (рис. 2б).

Южный рукав дельты – Матросовка (Гилия) в 13 км от залива соединен Немонинским каналом с протекающей южнее р. Немонин. От рук. Матросовка в 11 км от залива отделяется рук. Товарная (Товэ), а в 6 км к югу от залива в сторону р. Немонин проложен Приморский канал.

Длина дельты Нямунаса по главному руслу (рукава Русне и Атмата) составляет 48 км. Границы современной дельты проходят по внешнему краю левобережной поймы рук. Матросовка, нижнему (лагунному) краю дельты и внешнему краю правобережной поймы рук. Атмата и его правых ответвлений. Площадь дельты в этих границах составляет 650 км<sup>2</sup> [8] или 930 км<sup>2</sup> [35]. Вторая цифра, по-видимому, более точная. Лагунный край дельты простирается от протока Упайтис, вытекающего из оз. Кроку-Ланкос, и р. Миния (на севере) до устья рук. Матросовка (на юге). Длина лагунного края дельты составляет ~62 км (20.2 км в пределах Литвы, 41.8 км в пределах России) [38].

Кроме рукавов и протоков р. Нямунас, гидрографическую сеть дельты дополняют самостоятельные небольшие реки Немонин, Дальняя, Узкая, Широкая, Узкая, Рыбная, Промысловая и др. Немонин соединена Полесским каналом с водотоком Дейма – рукавом р. Преголя. Дельта Нямунаса расчленена густой сетью мелиоративных каналов и канализованных водотоков. Многие из них обвалованы. На всем протяжении реки от г. Смалининкай до пос. Русне русло еще с XIX в. было выправлено с помощью полузапруд. В пределах дельты находится оз. Кроку-Ланкос площадью ~8 км<sup>2</sup> – единственное в Литве озеро морского происхождения.

### *Ландшафтно-климатические условия*

Устье Нямунаса находится в умеренном климатическом поясе. Средняя температура воздуха самых теплых месяцев (июля и августа) составляет в Советске 17.3 и 16.8°C, Клайпедке 16.7 и 16.6°C, Ниде 17.2 и 17.3°C. Средняя температура воздуха самых холодных месяцев (января и февраля) равна в Советске –3.8 и –3.2°C, Клайпедке –2.4 и –3.1°C, Ниде –2.2 и –2.9°C соответственно [4, 8, 10].

Для дельты Нямунаса и берегов Куршского зал. характерны болотные почвы. На пойме много заливных лугов. В дельте есть леса. Уникальный сосновый лес растет на дюнах Куршской косы.

Ежегодно весной в дельту и на берег залива прилетают для гнездования птицы почти 200 видов, 40 из которых занесены в Красную книгу Литвы. Каждый год в дельте делают остановку миллионы перелетных птиц (орланы-белохвосты, белошекие казарки, журавли и др.). Из млекопитающих в дельте встречаются лисицы, бобры, выдры, лоси, кабаны.

Дельта Нямунаса находится под охраной Рамсарской конвенции. В Литовской части дельты в 1992 г. создан Региональный парк “Дельта Нямунаса” площадью 29013 га. Парк посещается туристами из Литвы и других стран.

Природные ресурсы дельты Нямунаса широко используются в интересах сельского и рыбного хозяйства. Для улучшения условий судоходства рукава и протоки дельты выправляют и углубляют уже не одно столетие. На территории дельты проводятся мелиоративные работы с целью рационального использования и охраны водных ресурсов. Во многих низменных частях дельты созданы польдеры – обвалованные и используемые в сельском хозяйстве плодородные земли. Для защиты этих земель от затопления используют дамбы различной конструкции.

## ВОДНЫЙ БАЛАНС ДЕЛЬТЫ р. НЯМУНАС И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА ВОДЫ ПО ЕЕ РУКАВАМ

### *Водный баланс дельты*

Дельта Нямунаса находится в пределах области достаточного увлажнения, в которой индекс сухости по М.И. Будыко, равный отношению испаряемости  $E_0$  к осадкам  $P$ , составляет от 0.45 до 1.0.

Согласно [1], для района дельты Нямунаса осредненные годовые величины гидрометеорологических характеристик следующие: осадки  $P \sim 800$  мм, зональный слой стока 270 мм, зональное испарение (как разность слоев осадков и стока)  $E = 530$  мм, зональная испаряемость  $E_0 = 560$  мм, зональный коэффициент стока  $275 : 800 = 0.34$ , индекс сухости  $E_0/P = 560 : 800 = 0.70$ .

Величина индекса сухости, равная 0.70, подтверждает то, что дельта Нямунаса находится в области достаточного увлажнения. Для дельт в этих условиях характерны превышение осадков над испаряемостью и положительный водный баланс [11]. В крупных обводненных дельтах потери воды на испарение численно близки к величине

испаряемости  $E_0$ . Это объясняется тем, что с поверхности открытых водотоков и водоемов дельты потери воды равны  $E_0$ , с сухих территорий дельты они меньше  $E_0$ , с зарослей, в особенности – залитых водой (болот и плавней), они больше  $E_0$ , а в среднем для дельты потери воды на испарение могут быть приняты равными  $E_0$ .

Таким образом, превышение местных осадков над потерями на испарение составляет  $800 - 560 = 240$  мм. При площади дельты  $930 \text{ км}^2$  [35] это должно дать годовую величину дополнительного стока, равную  $0.22 \text{ км}^3/\text{год}$ , что составляет  $\sim 1.1\%$  среднего стока в вершине дельты ( $20.4 \text{ км}^3/\text{год}$ ). Вычисленная величина прибавления водного стока в пределах дельты очень мала и не может заметно повлиять ни на гидрологический режим дельты, ни на водный баланс Куршского зал.

### *Распределение стока воды по рукавам дельты*

В первой половине XX в. сток воды распределялся по рукавам дельты Нямунаса следующим образом: в рукава Русне и Матросовка (Гилия) в половодье поступало 82 и 18% стока реки соответственно, а в межень – 90 и 10% [8]. В начале 1970-х гг. в рукава Русне и Матросовка в половодье поступало 86 и 14%, а в среднем за год – 75 и 25% стока реки соответственно [28]. В начале 1990-х гг. в рукавах Русне и Матросовка доли стока в половодье составляли 87 и 13%, в среднем за год – 78 и 22% [36]. По [10], во второй половине XX в. на долю рукавов в системе рук. Русне приходилось: Скирвите – 49–58, Пакальне – 1.6–2.7, Атмата – 29–31% стока реки.

Данные о современном распределении стока воды приведены в табл. 4; из них следует, что в начале XXI в. наибольший суммарный летний расход воды трех рукавов был зафиксирован в 2010 г. ( $728 \text{ м}^3/\text{с}$ ), а наименьший – в 2003 г. ( $409 \text{ м}^3/\text{с}$ ). Несмотря на такие различия, распределение стока воды между рукавами Атмата, Скирвите (система рук. Русне) и Матросовка изменялось всего лишь в пределах 33–34, 44–46 и 21–23% соответственно. Эти соотношения совпадают с оценками, полученными в начале 1980-х гг. [28].

Многолетнее перераспределение стока воды между рукавами Русне и Матросовка проявляется слабо [28, 35, 19]. Однако данные табл. 4 позволяют выявить явную тенденцию многолетнего перераспределения стока по рукавам дельты. Медленно возрастает доля стока более короткого и глубокого рук. Русне как в половодье, так и в летний период. Доля стока рук. Матросовка, наоборот, медленно уменьшается. Эта тенденция в пере-

распределении стока по рукавам дельты свидетельствует о закономерной активизации рук. Русне и уменьшении активности (и даже признаках отмирания) рук. Матросовка. Этот вывод подтверждают данные о сезонном перераспределении стока (а также зависимость доли стока рук. Матросовка от водности реки): в межень и при малом стоке реки доля стока рук. Матросовка уменьшается. Это — характерный признак потери любым дельтовым рукавом своей активности.

В системе рук. Русне более водоносным является рук. Скирвите (у него меньшая длина, чем у смежного рук. Атмата, и более благоприятные условия выхода в залив); поэтому он сохраняет свою активность, хотя, судя по литературным данным, он со второй половины XX в. немного уменьшил свою долю стока.

## УРОВНИ ВОДЫ В ДЕЛЬТЕ НЯМУНАСА

### *Стоковые изменения уровней воды*

Отметки уровня воды в рукавах дельты Нямунаса понижаются в сторону моря. Среднегодовой уровень воды Нямунаса у г. Советск, т.е. выше вершины дельты и деления реки на рукава, составляет 4.29 м БС, у пос. Русне — 0.29 м БС, а у пос. Уостадаврис на рук. Атмата — только 0.10 м БС. Такая же закономерность характерна для рук. Матросовка. На г/п Мостовое в 29 км от залива (пост действует с 1810 г.) средний уровень равен 3.00 м БС, а в устье у пос. Матросово (0 км от залива) — 0.17 м БС. В сторону моря уменьшается и многолетняя величина размаха изменения уровня воды: у Советска она составляет 7.05, у Русне 3.54, а у Уостадаврис 2.06 м [35].

Максимальные отметки уровня значительно выше средних, но также понижаются в сторону залива. В Советске максимальный уровень достигал 9.21 м БС (1942 г.), в Русне — 2.96 м БС (1926 г.), в Уостадаврис — 1.43 м БС (1970 г.). В последние десятилетия не были отмечены экстремально высокие уровни воды, что объясняется, прежде всего, антропогенными причинами: зарегулированием стока Нямунаса Каунасской ГЭС, значительными потерями стока самого большого притока Нямунаса — Нярис в результате сооружения плотин и небольших водохранилищ.

Изменения уровней воды в протоках дельты зависят от многих причин, из которых главные — климатические. Они определяют сезонные колебания уровня с максимальными отметками в марте—апреле и минимальными в мае—июле. В связи с изменением климата колебания максимальных

**Таблица 4.** Распределение расходов воды в летний период по основным рукавам дельты Нямунаса в 2001–2010 гг. (по данным Гидрометслужбы Литвы). Сумма расходов трех рукавов принята за 100%

Годы	Атмата		Скирвите		Матросовка (Гиля)	
	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%	м <sup>3</sup> /с	%
2001	170	33.1	225	43.9	118	23.0
2002	192	34.0	254	45.0	118	21.0
2003	141	34.5	186	45.5	82	20.0
2004	209	33.8	277	44.7	133	21.5
2005	211	33.9	280	45.0	131	21.1
2006	166	33.7	220	44.6	107	21.7
2007	214	33.7	283	44.6	138	21.7
2008	186	33.6	247	44.7	120	21.7
2009	182	33.8	241	44.7	116	21.5
2010	247	33.9	327	44.9	154	21.2

уровней воды в последние десятилетия стали нерегулярными.

Сезонные колебания уровня воды на г/п Советск, т.е. перед делением Нямунаса на рукава Русне и Матросовка, почти идентичны сезонным изменениям уровня воды на г/п Смалининкай, находящимся выше по течению. Если годовой размах колебаний уровня на г/п Смалининкай в 2000–2005 гг. составил 393 см, в Русне — 151 см, то в Уостадаврис — лишь 88 см (рис. 4). Кривые, отражающие годовой ход уровня воды в дельтовых протоках, по направлению к заливу приобретают все более сглаженный вид.

Помимо изменения стока реки, на уровень воды в нижних частях рукавов дельты заметное влияние оказывает и уровень воды в Куршском зал. На него, в свою очередь, влияют изменения климата и эвстатическое повышение уровня Балтийского моря, сезонные колебания уровня Балтийского моря, а также различные синоптические процессы (ливневые дожди, ветровые нагоны), вызывающие кратковременные изменения уровня воды.

Вследствие глобального потепления климата и сопутствующего роста уровня Мирового океана и связанных с ним морей уровень на г/п Вянте с 1961 по 2001 г., по разным данным, повысился на величину от 9 до 12.4 см [14, 15]. Подпор от поднимающегося уровня залива постепенно распространяется и в рукава дельты.

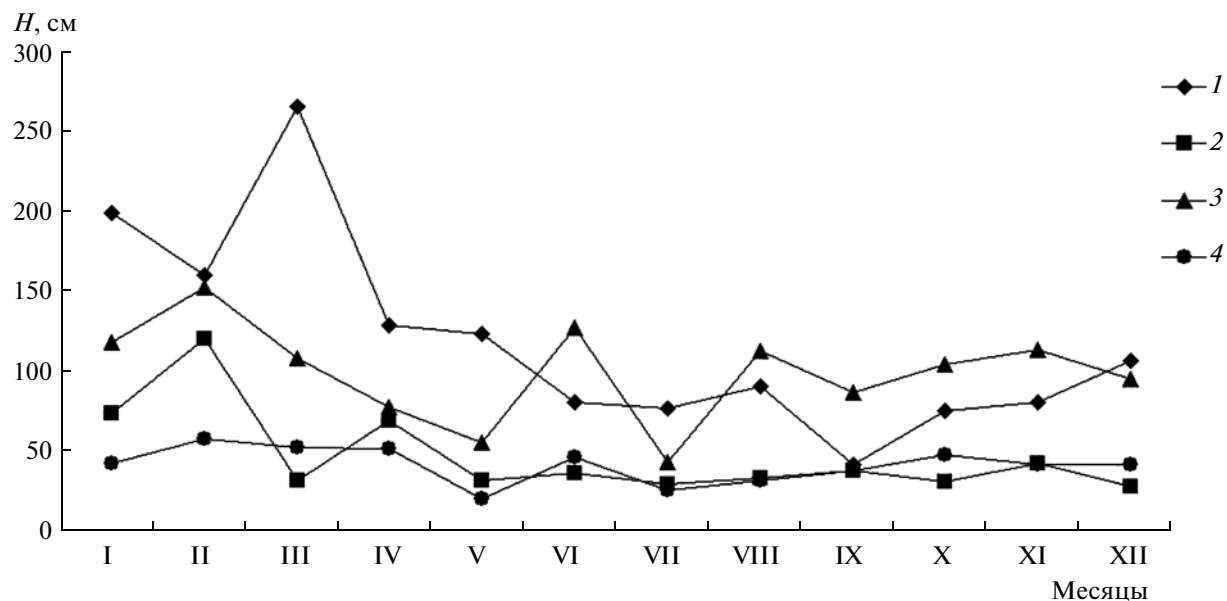


Рис. 4. Внутригодовые изменения разности максимальных и минимальных ежедневных уровней воды за 2000–2005 гг. на г/п Смалининкай (1), Русне (2), Устадварис (3) и Вянте (4) (по данным Гидрометслужбы Литвы).

#### *Особенности ледового режима в дельте и его влияние на уровни воды*

Значительные колебания уровня воды в дельте связаны с ледовыми условиями, особенно с заторами. Ледостав в дельте Нямунаса обычно устанавливается в середине декабря. Ледообразование зависит от температурного режима, поэтому известны случаи ледостава как в начале ноября, так и в конце января, а иногда ледяной покров за зиму разрушается по нескольку раз. Образование сплошного ледяного покрова в водотоках дельты начинается от устьев рукавов, где скорости течения невелики. Толщина льда к концу зимы обычно составляет 25–45 см и лишь в исключительно холодные зимы достигает 70 см [34]. В XX в. суровые ледовые условия были в зимы 1953/1954, 1969/1970, 1985/1986 гг. [13].

Весенний ледоход в дельте начинается с подъемом уровня воды и продолжается 8–10 дней. Почти каждый год в дельтовых протоках, где скорость течения уменьшается, образуются ледяные заторы. В таких случаях уровень воды выше затора повышается. Заторы нередко образуются в узлах разветвлений рукавов (Матросовка–Русне, Атмата–Скирвите). Если, например, льда больше в рук. Матросовка, то основная его масса спускается к заливу по рук. Русне и наоборот. Чаще всего больше льда проходит по рук. Русне, у которого русло прямее и энергия потока больше, чем у рук. Матросовка [35]. Заторы часто образуются и выше пос. Русне, где в русле находится остров. В случае заторов значительная часть речных вод раз-

ливается по поверхности дельты и льдины движутся над заливыми правобережными лугами. Скорости течения в местах разливов при подъеме уровня воды в среднем составляют 0.5 м/с, при спаде уровня – до 0.4 м/с, а максимальная скорость течения достигает 1.1 м/с. Над гребнями польдерных дамб скорость течения может достигать и 1.8 м/с [35].

Ледяные заторы, вызывающие повышения уровней воды, часто образуются и в самих устьях дельтовых рукавов, так как лед здесь скапливается на баровых отмелях. Проходу льда в залив могут препятствовать и сильные западные ветры, дующие против течения рукавов Нямунаса. Значительные повышения уровней в протоках нижней части дельты случаются, когда на реке уже начался ледоход, а в Куршском зал. и в дельтовых водотоках еще сохраняется сплошной ледяной покров.

Во время ледяных заторов уровень воды обычно поднимается на высоту ~1 м, но бывали случаи, когда из-за заторов уровень повышался более чем на 2 м [31]. До Второй мировой войны в дельтовых протоках лед перед ледоходом взламывали речными ледоколами.

Влияние ледохода на уровень воды во время весеннего половодья может проявляться не только в водотоках дельты, но и в придельтовой зоне Куршского зал. Так, перед весенним половодьем в марте 2004 г. уровень воды на г/п Вянте понизился на 43 см, а с началом ледохода поднялся на 59 см. При подъеме уровня 22 и 25 марта на

устьевых барах рук. Атмата образовались ледяные заторы и уровень воды на г/п Вянте понизился соответственно на 19 и 17 см. Такие случаи в последние десятилетия бывали редко, всего лишь в нижних частях дельтовых рукавов.

### *Штормовые нагоны*

Нагоны в дельте Нямунаса могут наблюдаться в течение всего года, но наиболее значительны они осенью и в начале зимы, когда преобладают западные ветры. На г/п Русне нагоны редко превышают 40–50 см, в среднем их величина составляет 15–20 см. Сгоны в дельте обычно не превышают 10–15 см [8].

2–3 мая 1958 г. во время катастрофического весеннего половодья произошел сильный нагон, вызванный штормовым ветром со скоростью 18 м/с северо-западного направления. Под воздействием ветрового нагона уровень воды в придельтовой части Куршского зал. на г/п Вянте повысился еще на 22 см и достиг 164 см над “0” поста [33]. Это самая высокая отметка уровня воды в придельтовой зоне Куршского зал. за всю историю наблюдений. Таким образом, здесь многолетний размах колебаний уровня даже больше, чем на г/п Уостадрис или Русне. Это подтверждают и данные наблюдений за 2000–2005 гг. (рис. 5).

### *Наводнения в дельте*

Повышения уровня воды в дельте Нямунаса в основном связаны с волной половодья. Обычно эти подъемы составляют в нижнем течении реки 4 м, снижаясь в дельте до 2–2.5 м. Наибольшие подъемы уровня воды составили на гидропостах: Советск – 6.8, Русне – 2.9, Вянте – 1.6 м. В значительное половодье дельта Нямунаса подвергается сильному затоплению. Иногда (в 1914, 1926, 1951 и 1958 гг.) затопления приобретали катастрофический характер. Около 200 км<sup>2</sup> территории северной части дельты Нямунаса подвергаются ежегодным затоплениям во время весеннего половодья (иногда и во время зимних паводков).

Как отмечалось выше, средний уровень Куршского зал. на 15 см выше среднего уровня Балтийского моря. Во время половодья уровень воды в заливе обычно повышается на 0.4–0.6 м [10]. Однако во время экстремально высокого половодья (как в апреле 1958 г.) уровень воды в заливе может повыситься более чем на 1.5 м. Такой подъем уровня вызывает сильное затопление берегов залива и дельты, включая часть территории Куршской косы. В апреле 1958 г. было затоплено в Калининградской области 74 км<sup>2</sup> и в литовской части дельты 57 км<sup>2</sup>

[33]. Перепад уровня в Клайпедском прол. составил в это время 1.3 м [8].

В дельте для предотвращения затопления земель водами половодья создана система польдеров. Имеются два типа польдеров: летние (защитные дамбы высотой 0.5–1.0 м, которые пропускают над собой воды половодья) и зимние (высота дамбы ~3 м). В российской части дельты еще до Первой мировой войны были построены зимние польдеры, которые теперь занимают около 102 тыс. га, а летние занимают лишь 6.8 тыс. га. В северной – литовской части дельты преобладают летние польдеры с суммарной площадью 29 тыс. га. Поэтому здесь до 30 тыс. га земель ежегодно подвергаются затоплениям. Площадь зимних польдеров составляет 13.6 тыс. га, их дамбы защищают от наводнений в основном населенные пункты [23]. Площадь затопления литовской части дельты Нямунаса зависит от уровней воды реки во время половодья. Так, при повышении уровня воды на г/п Советск на величины >9.0, 9.0, 8.0, 7.0 и 6.0 м площадь затопления составит соответственно 401.9, 382.9, 351.0, 301.9 и 221.6 км<sup>2</sup> [35].

### ВЫВОДЫ

С точки зрения гидрографии, гидрологии и экологии, устьевая область р. Нямунас (Неман) представляет собой уникальный природный объект. Он состоит из трех частей: сложноразветвленной дельты (второй по размеру после Вислы на побережье Балтийского моря), крупной лагуны – Куршского зал. вместе с блокирующей его Куршской косой и Клайпедским прол., открытого устьевого взморья – прибрежной зоны моря.

Гидрологические процессы в устьевой области Нямунаса в основном определяются двумя внешними факторами: величиной и изменениями водного стока реки и ветровым и уровнем режимом моря. В изменениях стока Нямунаса в последние десятилетия выявлены, во-первых, циклические колебания годового стока с тенденцией к некоторому уменьшению среднего стока, а во-вторых, обусловленное климатическими и антропогенными причинами выравнивание сезонных изменений стока. Для гидрологического режима прибрежной зоны Балтийского моря отмечено эвстатическое повышение уровня. В связи с изменениями внешних гидрологических факторов и углублением для целей судоходства Клайпедского прол. изменилась структура водного баланса Куршского зал. – возрос его водообмен с морем через пролив.

В дельте Нямунаса происходит типичное для крупных дельт медленное перераспределение стока воды в пользу более коротких и глубоких рукавов. Выделены три вида колебаний уровней воды в дельте Нямунаса: стоковые (обусловленные многолетними и сезонными изменениями стока реки); вызванные ледовыми явлениями, в частности ледяными заторами; сгонно-нагонные. С колебаниями уровня всех трех видов связаны периодические наводнения, наносящие ущерб населению, хозяйству и экосистеме дельты.

Устьевая область Нямунаса (Немана) – хороший пример трансграничного природного объекта, водные ресурсы которого успешно исследуются, используются и охраняются совместно Литовской Республикой и Российской Федерацией.

Авторы благодарят Ю. Кряучюнене (Литовский энергетический институт, г. Каунас, Литва) и С. Гульбинскаса (Институт прибрежных исследований и планирования, Клайпедский университет, Литва) за ценные советы при подготовке статьи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Мирового водного баланса. М.; Л.: Гидрометеиздат, 1974. 65 л.
2. Водные ресурсы России и их использование. СПб.: ГГИ, 2008. 598 с.
3. Гайлюшис Б., Кряучюнене Ю., Кряучюнас Р. О влиянии Кайшядорской ГАЭС на гидрофизический режим Каунасского водохранилища // Вод. ресурсы. 1997. Т. 24. № 4. С. 437–440.
4. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. III. Вып. 1. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 450 с.
5. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме поверхностных вод суши. Т. VIII. Т. I. Вып. 4. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 296 с.
6. Дубра Ю.Ю. О краткосрочном прогнозировании уровня воды в Куршском заливе // Тр. ГОИН. 1978. Вып. 142. С. 106–108.
7. Жаромскис Р. Руслвые и рельефообразующие процессы в дельте реки Нямунас // Тр. VI конф. “Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей”. М., 2004. С. 530–533.
8. Маркова Л.Л., Нечай И.Я. Гидрологический очерк устьевых областей рек Немана и Преголи // Тр. ГОИН. 1960. Вып. 49. С. 118–188.
9. Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 638 с.
10. Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1997. 413 с.
11. Михайлов В.Н. Влияние дельт на среднесуточный водный сток рек // Вод. ресурсы. 2004. Т. 31. № 4. С. 389–394.
12. Михайлов В.Н., Горин С.Л. Новые определения, районирование и типизация устьевых областей рек и их частей – эстуариев // Вод. ресурсы. 2012. Т. 39. № 3. С. 1–15.
13. Bukantis A., Rimkus E., Stankūnavičius G. Lietuvos klimato svyravimai ir kaita // Klimato svyravimų poveikis fiziniams geografiniams procesams Lietuvoje. Vilnius, 2001. P. 27–107.
14. Dailidienė I., Davulienė L., Tilickis B. et al. Investigations of sea level change in the Curonian Lagoon // Environmental research, engineering and management. 2005. № 4 (34). P. 20–29.
15. Dailidienė I., Tilickis B. Analysis of sea level change in Klaipėda strait // The 6th Intern. Conf. “Environmental engineering”. Vilnius: Gediminas Technical University, 2005. P. 856–858.
16. Dubra J. Vandens lygio svyravimo ypatybės // Kuršių marios. Vilnius: Mokslas, 1978. P. 7–16.
17. Dubra V., Grecevičius P. Flood risk assessment in the Nemunas River delta area of Lithuania: a case study // [http://www.ima.org.uk/\\_db/\\_documents/Dubra.pdf](http://www.ima.org.uk/_db/_documents/Dubra.pdf)
18. Gailiūšis B., Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M. Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas, 2001. 792 p.
19. Gailiūšis B., Kriaučiūnienė J. Anthropogenic change of hydrological regime of the Kuršių lagoon in Lithuania // Nordic Hydrological Programme. 1998. AHP Rep. № 44. P. 63–69.
20. Gailiūšis B., Kriaučiūnienė J., Jakimavičius D., Šarauskiėnė D. Variability of long-term runoff series in the Baltic Sea drainage basin // Baltica. 2011. V. 24. № 1. P. 45–54.
21. Global Runoff Data Centre: Long-Term Mean Monthly Discharges and Annual Characteristics of GRDC Station // Global Runoff Data Centre. Koblenz (Germany): Federal Institute of Hydrology (BfG), 2011.
22. Jakimavičius D., Kovalenkoviėnė M. Long-term water balance of the Curonian Lagoon in the context of anthropogenic factors and climate change // Baltica. 2010. V. 23. № 1. P. 33–46.
23. Juškauskas J., Vaikasas S. Nemuno žemaslėnių polderių hidromelioracinis ir ekologinis įvertinimas // Geografijos metraštis. 1989–1990. № 25–26. P. 117–126.
24. Keller H. Memel-, Pregel-, Weichselstrom, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse. Bd. I–IV. Berlin: Verlag von Dietrich Reimer, 1899.
25. Kolupaila S. Hidrometrinis metraštis. Kaunas, 1930. 376 p.
26. Kolupaila S. Nemuno nuotakis per 121 metus (1812–1932) // Kosmos. 1932. № 1. P. 7–12.
27. Kolupaila S. Nemuno tyrinėjimų istorijos bruožai // Židinys. 1934. № 7. P. 51–65.
28. Macevičius J. Debitų pasiskirstymas Nemuno deltoje // Hidrometeorologiniai straipsniai. 1972. № 5. P. 25–33.

29. *Meilutytė-Barauskienė D.* Impact of climate change on runoff of the Lithuanian Rivers. Summary of doctoral dissertation. Kaunas, 2009. 36 p.
30. *Meilutytė-Barauskienė D., Kriaučiūnienė J., Kovalenkoviėnė M.* Impact of climate change on runoff of the Lithuanian rivers: modern climate change models, statistical methods and hydrological modelling. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2010. 55 p.
31. *Merkys V.* Vandens keliai. Plentų ir vandens kelių valdybos leidinys. Kaunas: Spindulys, 1934. 304 p.
32. *Pupienis D., Žilinskas G., Jarmalavičius D.* Nemuno avandelta paskutiniame šimtmetyje // Jūros ir krantų tyrimai. Konferencijos medžiaga. Klaipėda, 2011. P. 217–223.
33. *Rainys A.A.* Nepaprastas 1958 m. potvynis Nemuno deltos srityje ir Kuršių mariose // Geografinis metraštis. 1961. № 4. P. 163–176.
34. *Rainys A.* Kai kurie Nemuno deltos ledo režimo bruožai // Hidrometeorologiniai straipsniai. 1975. № 7. P. 5–13.
35. *Rainys A.* Deltos hidrologija. Nemunas 1 d. Vilnius: Mokslas, 1977. P. 47–58.
36. *Rainys A.* Pagrindinių Nemuno šakų – Gilijos ir Rusnės nuotėkis // Regioninė hidrometeorologija. 1991. № 14. P. 12–16.
37. *Stankunavicius G., Valiuskevicius G., Rimkus E. et al.* Meteorological features behind spring runoff formation in the Nemunas River // Boreal Environ. Res. 2007. № 12. P. 643–651.
38. *Žaromskis R.* Nemuno delta kaip geografinių tyrimų objektas. Vilnius: Geografija, 1999. V. 35. № 2. P. 5–13.