

Дедкова В. П., Акимова Т. Г., Савин С. Б. Фотометрическое определение сульфат-ионов реагентом Ортаниловым К // Там же. 1982. Т. 36, № 7. С. 1358–1361.

Корж В. Д. Расчет соотношений химических компонентов морской воды, переходящих из океана в атмосферу при испарении // Океанология. 1971. Т. 11, вып. 5. С. 881–888.

Петрова Г. С., Бонвеч Т. В. Органические реактивы для определения неорганических ионов. М.: НИИТЭХИМ, 1970.

Примблунд Д. Химия атмосферы. М.: Мир, 1986. 350 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКОВ РЕКИ СУНЫ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ ФЛОРЫ

И. П. Сочнева

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН

ВВЕДЕНИЕ

Река Суна – второй по длине и третий по площади водосбора приток Онежского озера, что определяет актуальность оценки ее экологического состояния (Состояние водных объектов..., 2007). В среднем участке река не испытывает существенного влияния человека, поскольку протекает по территории заповедника «Кивач». Нижний участок реки подвержен антропогенному воздействию, так как в устье реки расположен животноводческий комплекс.

Высшие водные и прибрежно-водные растения являются яркими индикаторами трофического статуса водных экосистем (Фрейндлинг, 1982). В связи с этим была поставлена цель исследований – оценить состояние различных участков р. Суны на основе изучения прибрежно-водной флоры.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) определение видов высших сосудистых растений прибрежно-водной зоны р. Суны;
- 2) проведение таксономического и экологического анализа прибрежно-водной флоры;
- 3) изучение распространения индикаторных видов водной растительности р. Суны (в пределах заповедника и в устье).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследовалась р. Суна (старое естественное русло), протекающая в средней части Карелии. Схема озерно-речной системы р. Суны представлена на рис. 1. Река вытекает из небольшого озера Кивиярви, лежащего в отрогах Западно-Карельской возвышенности. Река пересекает заповедник «Кивач» с северо-запада на юго-восток, в его пределах ее озерность составляет 30%. Впадает река в Кондопожскую

губу Онежского озера, в районе села Янишполе (Ивантер, Тихомиров, 1988).

В режиме реки выделяются три основных периода. Первый этап – естественное состояние водного режима (до 1929 г.). Средний многолетний расход воды в этот период составлял 69,2 м³/с. На втором этапе, после строительства Гирвасской плотины, существенно изменился гидрологический режим реки. От общего объема стока осталось всего 10% (Литвиненко, 1999). В этот же период (до 1973 г.) по реке осуществлялся лесосплав. Третий этап начался после прекращения лесосплава и продолжается до сих пор.

В настоящее время верхний и средний участки реки длиной 217 км остались в прежнем состоянии. Участок от Гирвасской плотины до устья (так называемое «старое русло») стал представлять собой отдельную реку длиной



Р и с . 1 . Современное состояние р. Суны после строительства каскада ГЭС (по: Литвиненко, 1999):

ст. 1 – станция на территории заповедника «Кивач»,
ст. 2 – станция в устье реки

63 км с установившимся гидрологическим режимом (см. рис. 1). Сток на этом участке реки стал формироваться за счет боковой приточности с площади 1830 км².

Полевой сбор материала проводился в государственном природном заповеднике «Кивач» (станция 1) и в устье реки (станция 2) в течение полевых сезонов 2006–2008 гг. Территория р. Суны была обследована маршрутно-рекогносцировочным методом. Было заложено 5 геоботанических профилей в заповеднике и 4 геоботанических профиля в устье реки.

В заповеднике (станция 1) выделили следующие участки, на которых закладывали профили:

1) левый берег в 4 км выше водопада Кивач (бывшая лодочная станция): заиленный переувлажненный берег реки, течение медленное (0,5 м/с);

2) правый берег в 2,5 км выше водопада Кивач: подтопленный заиленный пологий берег, течение медленное (0,5 м/с);

3) правый берег в 2 км выше водопада Кивач (у подвесного моста): выходы скальных пород, быстрое течение (1 м/с);

4) левый берег в 500 м ниже водопада Кивач: каменистый пологий берег; средняя скорость течения (0,8 м/с);

5) левый берег в 6 км ниже водопада Кивач: заиленная старица у крутого склона, каменистый берег, течение медленное (0,5 м/с).

В устье реки профили закладывали на следующих участках:

1) правый берег примерно в 700 м выше по течению от моста через реку (бывший лодочный сарай): подтопленный заиленный пологий берег, медленное течение (0,1 м/с);

2) правый берег у моста через реку (заброшенный лодочный причал): пологий берег, средняя скорость течения (0,3 м/с);

3) левый берег у моста, причал: подтопленный пологий берег, средняя скорость течения (0,3 м/с);

4) левый берег в 500 м ниже по течению от моста через реку, причал, непосредственно с местом впадения реки в Кондопожскую губу Онежского озера: заиленный пологий берег, средняя скорость течения (0,4 м/с).

Учитывались гидрологические условия водоема: глубина, прозрачность и скорость течения воды, изрезанность береговой линии, характер грунта. Нижняя граница профиля определялась по глубине проникновения в водоем воздушно-водных растений. Она располагается на высотном градиенте на отметке в 2,0–2,5 м (при средненизком уровне воды в летнюю межень). Верхняя граница была проведена по

наличию изменений в характере растительности, уже определяемой как плакорной.

Скорость течения реки измеряли по времени, необходимому плавающему предмету для того, чтобы пройти определенное расстояние. Количественное выражение степени сходства между флорой исследованных профилей определяли с помощью коэффициента флористического сходства Жаккара (KJ).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На исследованных территориях прибрежно-водная флора включает в себя 141 вид высших сосудистых растений, относящихся к 102 родам и 40 семействам из 5 классов и 4 отделов. Соотношение числа семейств, родов и видов на исследуемых станциях примерно равное, с небольшим преимуществом в разнообразии в заповеднике (табл. 1).

Таблица 1. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ ФЛОРЫ р. СУНЫ, %

Показатель	Флора в заповеднике «Кивач» (ст. 1)	Флора в устье реки (ст. 2)	Флора в целом
Число семейств	35 (88)	30 (75)	40 (100)
Число родов	72 (71)	65 (64)	102 (100)
Число видов	92 (65)	88 (63)	141 (100)

По видовому составу среди цветковых растений преобладают двудольные: 62 вида на станции 1 и 46 – на станции 2 (табл. 2), что обусловлено большей долей береговых растений, которые в водной среде встречаются нечасто и обильны лишь при низком уровне воды (*Lythrum salicaria* L., *Caltha palustris* L.). В то же время из полученных данных видно, что на станции 2 число видов однодольных (40) больше, чем на станции 1 (30), за счет большего числа истинно-водных видов (виды рода *Potamogeton*, *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Lemna trisulca* L.), отмеченных в прибрежной зоне на станции 2 (см. табл. 2).

Таблица 2. ЧИСЛО ВИДОВ, РОДОВ И СЕМЕЙСТВ ПО КЛАССАМ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ В ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ ФЛОРЕ р. СУНЫ, %

Показатель	Magnoliopsida		Liliopsida	
	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 1	Ст. 2
Число семейств	23 (72)	19 (66)	9 (28)	10 (34)
Число родов	50 (72)	39 (61)	19 (28)	25 (39)
Число видов	62 (71)	46 (53)	30 (29)	40 (47)

На долю ведущих семейств приходится больше половины всех видов (63% в заповеднике и 65% в устье). Списки ведущих семейств в обеих точках во многом совпадают – 8 из 10 семейств являются общими (*Poaceae*, *Cyperaceae*,

Asteraceae, Rosaceae, Lamiaceae, Rubiaceae, Apiaceae, Ranunculaceae). Особенностью списка ведущих семейств в заповеднике является то, что семейство *Scrophulariaceae* входит в тройку лидеров за счет таких видов, как *Pseudolysimachion longifolium* (L.) Opiz, *Rhinanthus minor* L., *Veronica scutellata* L., *Melampyrum pratense* L., а в устье это семейство не вошло даже в первую десятку. На обеих станциях доминируют виды из семейства *Poaceae*.

Анализ родового спектра показал, что в прибрежно-водной флоре в заповеднике и в устье лидерами являются рода *Carex* (5 и 7 видов, соответственно) и *Poa* (5 и 4 вида, соответственно).

Сравнение прибрежно-водной флоры р. Суны на профилях в пределах заповедника показало, что по флористическому составу наиболее различаются профили 1 и 5 ($KJ = 0,19$), соответственно, выше по течению от водопада Кивач и ниже по течению (табл. 3). Профили 1 и 5 заложены на участках, где скорость течения одинаковая, но различен характер подстилающих грунтов. Последняя характеристика среды оказывает существенное влияние на состав и распределение растений в прибрежно-водной зоне. Наиболее сходны 1 и 2 профили, которые расположены выше по течению от водопада Кивач. На этих профилях все характеристики среды (гидрологический режим, характер подстилающих грунтов, изрезанность береговой линии) близки.

Таблица 3. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СХОДСТВА ПО ПРОФИЛЯМ В ЗАПОВЕДНИКЕ «КИВАЧ» (коэффициент Жаккара)

	Профиль 1	Профиль 2	Профиль 3	Профиль 4
Профиль 2	0,42			
Профиль 3	0,32	0,34		
Профиль 4	0,27	0,20	0,22	
Профиль 5	0,19	0,30	0,21	0,20

Сравнение прибрежно-водной флоры на профилях в устье р. Суны (станция 2) показало, что по флористическому составу наиболее различаются профили 1 и 4 ($KJ = 0,16$) (табл. 4).

Эти профили различаются только по скорости течения. На профиле 4 по сравнению с профилем 1 более быстрое течение. Наиболее сходны профили 2 и 3 – все характеристики среды здесь оказались сходными (средняя скорость течения, пологий заиленный берег).

Таблица 4. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СХОДСТВА ПО ПРОФИЛЯМ В УСТЬЕ (коэффициент Жаккара)

	Профиль 1	Профиль 2	Профиль 3
Профиль 2	0,30		
Профиль 3	0,28	0,40	
Профиль 4	0,16	0,20	0,30

Был выполнен сравнительный анализ флоры на двух станциях по отношению растений к влажности и трофическим условиям. Особенностью распределения видов растений по отношению к влажности явилось то, что в устье реки в прибрежной зоне выше доля гидрофитов (20%), в то время как в заповеднике эта доля составляет всего 8% (рис. 2). Это связано с большим поступлением биогенных элементов в устье реки, способствующим усиленному развитию водной растительности.

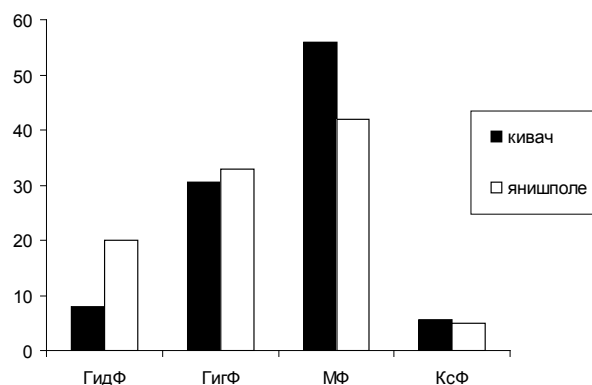


Рис. 2. Распределение прибрежно-водных видов по отношению к влажности на двух станциях:

ГидФ – гидрофит, ГигФ – гигрофит, МФ – мезофит, КсФ – ксерофит; по оси ординат – проценты

Таблица 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ ВОДНЫХ ВИДОВ ПО ПРОФИЛЯМ

Вид	Профили на станции 1 (заповедник «Кивач»)					Профили на станции 2 (устье)			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	+	+	–	+	+	–	+	+	+
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC.	–	–	–	–	–	+	+	+	+
<i>Elodea canadensis</i> Michaux	–	–	–	+	+	–	–	+	+
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+	+	+	–	–	–	+	+	–
<i>Nymphaea tetragona</i> Georgi	–	–	–	–	+	+	+	–	+
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith	+	–	–	+	+	+	+	+	+
<i>Potamogeton natans</i> L.	–	–	–	+	+	–	+	+	–
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	–	–	–	+	+	–	+	+	+

Примечание. Плюс – присутствие, минус – отсутствие вида на данном профиле.

Анализ распределения видов водной растительности показал, что наиболее яркие индикаторы эвтрофирования (виды рода *Myriophyllum*) были отмечены на всех исследованных территориях. Однако наибольшая встречаемость видов этого рода характерна для устья реки (табл. 5). Это свидетельствует об эвтрофировании устья реки, где располагается животноводческий комплекс (ЗАО «Янишполе»).

Другие индикаторы высокого уровня трофности (виды р. *Potamogeton*, а также виды *Elodea canadensis* Michaux, *Nuphar lutea* (L.) Smith) в среднем течении (станция 1) отмечены единично, а ниже по течению (станция 2) – встречены повсеместно (см. табл. 5).

Таким образом, в среднем течении реки, в районе заповедника «Кивач», состав высшей водной растительности указывает лишь на начальные этапы эвтрофирования. В устье реки эвтрофирование выражено более ярко, что связано с антропогенным воздействием.

ЛИТЕРАТУРА

Ивантер Э. В., Тихомиров А. А. Заповедник «Кивач» // Заповедники Европейской части РСФСР. Т. 1. М.: Мысль, 1988. С. 61–69.

Литвиненко А. В. К истории гидроэнергетического освоения водных объектов Карелии // Экологические исследования природных вод Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. С. 21–27.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прибрежно-водная флора в среднем течении р. Суны, в пределах заповедной зоны, и в устье реки включает 141 вид высших сосудистых растений, относящихся к 102 родам и 40 семействам из 5 классов и 4 отделов. Сравнительный анализ прибрежно-водной флоры р. Суны в среднем течении (в пределах заповедника «Кивач») и устье выявил существенное различие в видовом составе растений (коэффициент Жаккара (KJ) – 0,30), что связано с рельефом, гидрологическим режимом, характером подстилающих грунтов. Впервые выявлены особенности распространения индикаторных видов водной растительности, отражающих уровень эвтрофирования р. Суны. Проведенные исследования могут послужить основой для выделения зон разной степени эвтрофирования на различных участках р. Суны и использоваться в экологическом мониторинге.

Состояние водных объектов Республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 210 с.

Фрейндлинг А. В. Зарастание разнотипных озер Карелии (продукционный и динамический аспекты): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1982. 25 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ

И. С. Ерохина

Петрозаводский государственный университет

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений интегральной оценки уровня загрязнения среды является биологический мониторинг, при котором показателем состояния среды служит нарушение развития организмов и их популяций. Стрессовые факторы вызывают изменение гомеостаза развития, которые могут быть оценены по нарушению морфогенетических процессов (Василевская, Тумарова, 2005).

Одним из показателей изменения гомеостаза развития является показатель флуктуирующей асимметрии (ФА). Под флуктуирующей

асимметрией понимают мелкие ненаправленные отклонения от идеального симметричного состояния, не имеющие самостоятельного адаптивного значения и возникающие как результат случайных ошибок развития в ходе онтогенеза. Частота и значимость таких случайностей, а также устойчивость к ним зависят как от генотипов особей, так и от воздействия среды, которые могут нарушать стабильность развития (Захаров, 2001).

Считается, что по показателю ФА можно судить о состоянии окружающей среды: чем выше показатель, тем сильнее нарушения. Однако в последнее время ставят под сомнение универ-