

УДК 577.475 (470.341)

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ р. ПЬЯНЫ  
(НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ) ПО ФИТОПЛАНКТОНУ**

© 2010 г.

*Е.Л. Воденева<sup>1</sup>, А.Г. Охалкин<sup>1</sup>, М.В. Лебедева<sup>2</sup>*<sup>1</sup> Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского<sup>2</sup> Арзамасский государственный педагогический институт им. А.П. Гайдара

vodeneeva@mail.ru

*Поступила в редакцию 13.04.2010*

Определен комплекс структурообразующих видов фитопланктона правобережного притока Волги – р. Пьяна. Проанализирована динамика обилия водорослей этого водотока, установлен трофический статус реки и оценено экологическое состояние ее вод.

*Ключевые слова:* Нижегородская область, водотоки, фитопланктон, доминирующие виды, экология.

**Введение**

Оценка состояния водных экосистем и прогнозирование происходящих в них изменений являются приоритетными задачами современной гидроэкологии. К числу негативных процессов, возникших в результате экологического кризиса, следует отнести эвтрофикацию и «цветение» водоемов. В свою очередь, это приводит к ухудшению качества пресных вод и нарушению нормального водоснабжения населения.

Среди водных объектов проточного типа самыми многочисленными, разнообразными и уязвимыми являются небольшие по протяженности водотоки (средние и малые реки). Именно они, несмотря на размеры, составляют основу гидрографической сети, формируют крупные реки, определяя их гидрологический, биологический и биохимический режимы, а также судорожные характеристики. На берегах малых рек проживает значительная часть населения России. В то же время эти водные объекты до сих пор остаются наименее изученными как в гидрологическом, так и в гидробиологическом отношении [1, 2].

Нижегородская область богата водными ресурсами. По территории области протекает 550 рек протяженностью более 10 км и 8650 речек и ручьев длиной менее 10 км; суммарная длина всех водотоков составляет 33 тыс. км. Среди внутренних водотоков правобережья Волги одним из самых больших является р. Пьяна – крупнейший левый приток р. Суры. Русло этого водотока чрезвычайно извилистое, отсюда и название – Пьяна.

На территории Нижегородской области р. Пьяна протекает по восьми южным районам области, вдоль ее русла расположен ряд городов, а также крупных рабочих поселков и сел. В селе Ичалки Перевозского района области в послевоенное время функционировала Ичалковская микро-ГЭС. На берегу Пьяны находится «Ичалковский заказник», известный своими карстовыми пещерами. В нижнем течении река является судорожной.

Бассейн реки характеризуется своеобразием: в верхнем и среднем течении в долине реки много карстовых воронок и провалов. Берега русла высокие (до 5–7 м), иногда очень крутые и обрывистые, сложенные песчано-глинистыми грунтами. В бассейне Пьяны имеется крупное месторождение титан-циркониевых руд («чёрные пески»).

Несмотря на географические особенности в положении данного водного объекта, сведения об организации и функционировании основных элементов биоты этой речной экосистемы отсутствуют. Фитопланктон, являясь автотрофным звеном пищевой цепи водоемов, обладает высокой скоростью воспроизводства, первым реагирует на изменение состояния водной среды и может служить хорошим его индикатором. Показатели количественного развития фитопланктона широко используют для характеристики трофического статуса водоемов [3].

В связи с этим целью настоящей работы – выявление особенностей сезонной сукцессии фитопланктонных сообществ р. Пьяна, оценка уровня количественного развития водорослей, установление трофического статуса реки, а также определение сапробиологического состояния ее вод.

## Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили пробы фитопланктона, отобранные в июле–августе 2006 г. в ходе нескольких маршрутных съемок по руслу р. Пьяна (в верхнем, среднем и нижнем участках течения) и главных ее притоков (рек Сарга, Чека, Пекшаты, Ежать, Вадок, Шнара, Анда). Сбор альгологического материала проводился в рамках комплексных исследований Нижегородской лаборатории ГосНИОРХ по теме «Рыбохозяйственный кадастр водоемов Нижегородской области». Для изучения особенностей сезонной динамики основных структурных показателей фитопланктона в работе также использованы результаты наблюдений за состоянием фитопланктона р. Пьяна в районе пос. Ичалки, проведенных в течение двух вегетационных периодов в 1986–1987 гг. Гидрографическая сеть бассейна р. Пьяны с указанием обследованных участков реки и ее притоков показана на рис. 1.

Отбор и обработка альгологического материала проводились общепринятыми в альгологии методами [4]. Идентификация водорослей, определение их размерных характеристик и подсчет клеток осуществлялись в камере Навотта объемом 0,01 мл с использованием микроскопа РЗО (Польша) при 500-кратном увеличении. Биомасса фитопланктона определялась общепринятым расчетным способом, при котором  $10^9$   $\mu\text{м}^3$  соответствует 1 мг сырой биомассы [4]. Объемы клеток водорослей приравнивались к объемам соответствующих геометриче-

ских фигур; удельный вес водорослей принимался равным  $1 \text{ г/м}^3$ . По значениям биомассы фитопланктона определялась трофность водоема, при этом использовалась классификация И.С. Трифионовой [3]: биомасса  $< 1 \text{ г/м}^3$  – олиготрофный тип водоема;  $1–5 \text{ г/м}^3$  – мезотрофный;  $5–10 \text{ г/м}^3$  – эвтрофный;  $> 10 \text{ г/м}^3$  – высокоэвтрофный водоем. Процесс расчета количественных показателей фитопланктона был автоматизирован с помощью табличного процессора *Excel*. Перечень пособий, используемых при идентификации видового состава, указывался ранее [5, 6].

Сапробиологическое состояние водоемов оценивалось по индексам сапробности по Пантле и Букку [7, 8] в модификации Сладечека [9]:

$$S = \frac{\sum Sh}{\sum h},$$

где  $S$  – индикаторная значимость вида-показателя сапробности,  $h$  – показатель обилия (численность или биомасса). Индикаторное значение сапробности отдельных видов брали из «Унифицированных методов исследования...» [10, 11], а также из работ R. Wegl [12].

## Результаты и их обсуждение

Река Пьяна имеет протяженность 436 км, в том числе в пределах Нижегородской области 418 км. Площадь бассейна составляет 8060  $\text{км}^2$ , расстояние от устья до истока около 65 км. Средний расход воды  $25 \text{ м}^3/\text{с}$ . На своем протяжении р. Пьяна принимает 200 притоков длиной менее 10 км. Крупными притоками длиной

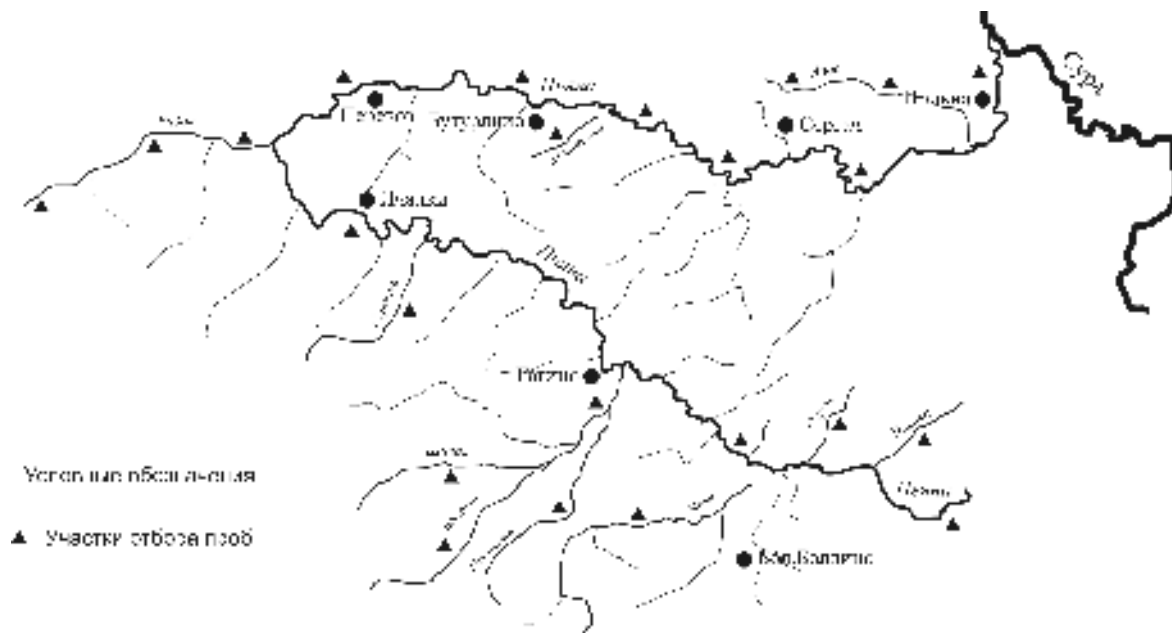


Рис. 1. Гидрографическая сеть бассейна реки Пьяны

30–70 км являются Чека, Ежать, Сердезь, Келя, Вадок, Анда, Кетарша, Пица и Пары. На водосборе Пьяны расположено 1179 озер, прудов и водохранилищ [13].

Гидрохимический режим вод р. Пьяна был изучен в 2006 г. [14]. Эти исследования показали, что воды Пьяны имеют нестабильный минеральный состав. Так, в верховье реки ее воды относятся к гидрокарбонатному классу, группе кальция, III типу. В среднем течении при изменении состава воды происходит смена класса воды с гидрокарбонатного на сульфатный. Своеобразие водосборной территории Пьяны, присутствие здесь карстовых пород определяют и особенность гидрохимического режима данного водотока – на всем протяжении реки ее воды характеризуются очень высокими значениями жесткости (от 11.4 до 35.9 мг-экв/л) и минерализации (от 669 до 1439 мг/дм<sup>3</sup>). Превышение значений ПДК по этим показателям отмечено и во всех притоках Пьяны.

Цветность воды р. Пьяны от верховья до устья, а также всех ее притоков ниже 50<sup>0</sup> Pt-Сошкалы, что соответствует классу мезогумозных вод. Количество растворенных соединений железа очень низкое (0.0–0.16 мг/дм<sup>3</sup>). Активная реакция воды реки и ее притоков изменяется от нейтрально-олигощелочных до олигощелочных значений (рН 6.85–7.88).

Количество минерального и органического фосфора в воде Пьяны и во всех ее притоках соответствует водам эвтрофного типа. Исключение составляли воды притока р. Вадок, впадающего в Пьяну в среднем течении. Здесь содержание органического фосфора достигало 6.0 мг/дм<sup>3</sup>, что в 12 раз выше значений ПДК. Видимо это связано с выходом грунтовых вод. Концентрации минерального азота не превышают допустимой величины (2 мг/дм<sup>3</sup>) на протяжении всего течения р. Пьяны и во всех ее притоках. Лишь в ряде пунктов, где зафиксировано антропогенное загрязнение (пляжи, выпас скота), наблюдаются повышенные значения этих показателей. Загрязнение нефтепродуктами и солями хрома исследуемого водотока находилось в пределах ПДК.

По результатам наблюдений 1986–1987 гг. и 2006 г. альгофлора Пьяны характеризовалась преобладанием зеленых, диатомовых и эвгленовых водорослей с заметным участием синезеленых и золотистых. В составе наиболее разнообразных по числу видовых и внутривидовых таксонов родов отмечены *Scenedesmus*, *Monoraphidium*, *Euglena*, *Oocystis*, *Crucigenia* и некоторые другие.

Количественное развитие водорослей в этом водотоке оказалось достаточно слабым, во все

годы исследований численность и биомасса фитопланктона редко достигали значений, свойственных водам эвтрофного типа.

В конце 1980-х годов при выявлении особенностей сезонной сукцессии фитопланктона в р. Пьяна четко наблюдалась динамика состава доминирующих видов, численности и биомассы фитопланктона, а также других структурных показателей альгоценозов в сезонном аспекте (табл. 1). Весной средние за двухлетний период исследований показатели численности составляли 12.3 млн кл./л, а биомассы – 2.37 г/м<sup>3</sup>. В этот период по численности преобладали мелкоклеточные диатомовые и зеленые водоросли, средняя относительная численность которых достигала у первых 43.2%, у вторых – 33.0%. Весной была достаточно большой численность криптофитовых водорослей (17.6%). Биомасса фитопланктона была относительно невелика, хотя ее максимальные значения (более 5 г/м<sup>3</sup>) свойственны водоемам эвтрофного типа. Основу средней за весенний сезон биомассы фитопланктона формировали диатомовые водоросли (70.5% от общей), биомасса зеленых и криптофитовых заметно ниже (14.3% и 9.7% соответственно). Водоросли других отделов не достигали высокого количественного развития. Состав доминирующих видов пестрый, отличался быстрой сменой компонентов и был сформирован различными представителями родов *Stephanodiscus* (максимальная биомасса до 4.1 г/м<sup>3</sup>), *Chlamydomonas* (до 1.1 г/м<sup>3</sup>), *Cryptomonas* (0.58 г/м<sup>3</sup>), *Navicula* (0.35 г/м<sup>3</sup>), *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (0.87 г/м<sup>3</sup>), *Chroomonas acuta* Uterm. (0.25 г/м<sup>3</sup>) и *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr. (0.14 г/м<sup>3</sup>) (табл. 1). В отдельные годы и сроки весеннего сезона в состав доминирующих видов по биомассе входили *Melosira varians* Ag., *Cymatopleura solea* (Bréb.) W. Sm., *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Nitzschia vermicularis* (Kütz.) Hantzsch (диатомовые), а также различные виды рода *Gymnodinium* (динофитовые).

В целом, средняя для весеннего сезона биомасса фитопланктона оказалась характерной для водоемов мезотрофного типа. Индексы сапробности весной были высокими, особенно максимальные значения, и находились в пределах, свойственных β-α-мезосапробной зоне, класс качества воды – III–IV (воды умеренно загрязненные – грязные).

Летний сезон характеризовался заметным снижением численности и биомассы (в 3.5 и 2.3 раза соответственно) планктонных альгоценозов в сравнении с весенним сезоном. Основной вклад в сложении численности по-прежнему принадлежал трем группам водорослей: зеле-

Таблица 1

## Основные структурные характеристики фитопланктона р. Пьяны в 1986–1987 гг.

Показатели	Весна	Лето	Осень	Вегетационный период
Численность, млн кл./л (ср./макс.)	12.3/23.1	3.52/16.3	0.87/3.2	5.62/23.1
Биомасса, г/м <sup>3</sup> (ср./макс.)	2.37/5.58	1.02/3.54	0.58/2.25	1.34/5.58
Доминирующие виды	Виды родов <i>Stephanodiscus</i> , <i>Chlamydomonas</i> , <i>Cryptomonas</i> , <i>Navicula</i> , <i>Stephanodiscus hantzschii</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>Chroomonas acuta</i>	Виды родов <i>Chlamydomonas</i> , <i>Cryptomonas</i> , <i>Stephanodiscus</i> , <i>Gymnodinium</i> , <i>Glenodinium</i> , <i>Navicula</i> , <i>Cymbella</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>Chroomonas acuta</i>	Виды родов <i>Chlamydomonas</i> , <i>Cryptomonas</i> , <i>Navicula</i> , <i>Cymbella</i> , <i>Chroomonas acuta</i>	Виды родов <i>Chlamydomonas</i> , <i>Stephanodiscus</i> , <i>Cryptomonas</i> , <i>Navicula</i> , <i>S. hantzschii</i>
Трофический статус (по средней биомассе фитопланктона)	Мезотрофный	Слабо-мезотрофный	Олиготрофный	Слабо-мезотрофный
Степень «цветения» воды	Средняя	Слабая	Слабая	Средняя
Индекс сапробности по численности (ср./макс.)	2.37/2.54	2.33/2.74	2.38/2.65	2.35/2.74
Индекс сапробности по биомассе (ср./макс.)	2.23/2.51	2.12/2.59	2.26/2.65	2.18/2.65
Зона сапробности	β-α-мезосапробная	β-α-мезосапробная	β-α-мезосапробная	β-α-мезосапробная
Класс качества воды	III–IV – умеренно загрязненная – грязная	III–IV – умеренно загрязненная – грязная	III–IV – умеренно загрязненная – грязная	III–IV – умеренно загрязненная – грязная
Экологическое состояние водоема	Относительно удовлетворительное	Относительно удовлетворительное	Относительно удовлетворительное	Относительно удовлетворительное

ным (56.0%), криптофитовым (22.2%) и диатомовым (14.8%). Биомасса фитопланктона почти поровну распределялась между зелеными (30.4%), диатомовыми (24.5%), криптофитовыми и динофитовыми (биомасса представителей обоих отделов составляла в среднем 20.6%).

Перечень массовых видов летнего фитопланктона отличался разнообразием и быстрой сменой доминантов. Чаще других круг преобладающих форм, основываясь на биомассе как показателе обилия, формировали жгутиковые – различные виды родов *Chlamydomonas*, *Cryptomonas*, *Chroomonas acuta*, виды родов *Gymnodinium*, *Glenodinium*, из диатомовых – различные *Stephanodiscus*, *Navicula*, *Cymbella* и *Synedra ulna* (табл. 1). В отдельные годы и отрезки летнего сезона более заметны были виды рода *Euglena*, *Pandorima morum* (O. Müll.) Vogt, бентосная *Amphora ovalis* (Kütz.) Kütz. В целом, для летнего сезона можно отметить снижение роли диатомей (их средняя численность оказалась в

10.6 раз, а биомасса – в 6.7 раза ниже, чем весной), и возрастание роли динофитовых (видов родов *Gymnodinium*, *Glenodinium*) водорослей. Численность зеленых водорослей, как и диатомовых, оказалась ниже в 2.1 раза, а их биомасса почти не изменилась. Судя по биомассе водорослей, степень «цветения» воды в этот сезон была слабой.

Сапробность вод, в сравнении с весенним сезоном, почти не изменилась, индексы Пантле – Букка характеризуют принадлежность вод реки к β-α-мезосапробной зоне, класс качества воды – III–IV (воды умеренно загрязненные – грязные).

Осенний сезон в жизни фитопланктона участка р. Пьяны в районе пос. Ичалки отличался дальнейшим снижением обилия фитопланктона в целом (численности в 4.0 раза, биомассы – в 1.8 раза) и обилия отдельных систематических групп водорослей в сравнении с летним сезоном (табл. 1) Основу численности фитопланктона

Таблица 2

## Основные структурные характеристики фитопланктона р. Пьяны в 2006 г.

Показатели	Верхний участок течения	Средний участок течения	Нижний участок течения
Численность, млн кл./л (ср./макс.)	0.74/0.79	0.96/1.76	0.38/0.71
Биомасса, г/м <sup>3</sup> (ср./макс.)	0.51/0.51	0.46/0.59	0.16/0.27
Доминирующие виды	Виды родов <i>Pinnularia</i> , <i>Gymnodinium</i> , <i>Euglena viridis</i> , <i>Pandorina morum</i>	Виды родов <i>Chlamydomonas</i> , <i>Gymnodinium</i> , <i>Pandorina morum</i> , <i>Melosira varians</i> , <i>Fragilaria capucina</i> , <i>Navicula radiosa</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>Cocconeis placentula</i>	Виды родов <i>Chlamydomonas</i> , <i>Gymnodinium</i> , <i>Navicula</i> , <i>Pandorina morum</i> , <i>Melosira varians</i> , <i>Cocconeis placentula</i> , <i>Amphora ovalis</i>
Степень «цветения» воды	Слабая	Слабая	Слабая
Трофический статус (по средней биомассе фитопланктона)	Олиготрофный	Олиготрофный	Олиготрофный
Индекс сапробности по численности (ср./макс.)	2.02/2.06	2.13/2.16	2.16/2.43
Индекс сапробности по биомассе (ср./макс.)	2.08/2.25	1.88/2.01	2.08/2.17
Зона сапробности	β-мезосапробная	β-мезосапробная	β-мезосапробная
Класс качества воды	III – умеренно загрязненная	III – умеренно загрязненная	III – умеренно загрязненная
Экологическое состояние водоема	Относительно удовлетворительное	Относительно удовлетворительное	Относительно удовлетворительное

формировали зеленые (63.2%), криптофитовые (20.7%) и диатомовые (13.8%), а биомассы – зеленые (60.3%) и диатомовые водоросли (29.3%). Среди организаторов основных планктонных фитоценозов необходимо назвать различные виды родов *Chlamydomonas*, *Cryptomonas*, *Navicula*, *Symbella*, *Chroomonas acuta*. Максимальные численность и биомасса водорослей планктона были невелики и свойственны водоемам мезотрофного типа. Степень «цветения» воды по-прежнему оставалась слабой.

Сапробность вод в сравнении с летним сезоном заметно не менялась (по биомассе – даже немного повышалась) и находилась в пределах β-α-мезосапробной зоны, качество воды характеризовалось III–IV классом.

В 2006 г. в летний сезон степень количественного развития водорослей в р. Пьяна оказалась заметно ниже (табл. 2, 3). Показатели биомассы водорослей в большинстве пунктов отбора по самому руслу реки не превышали значения 1 г/м<sup>3</sup>, являющегося границей олиготрофных вод в типологических шкалах водоемов [3, 15]. В притоках Пьяны развитие фитопланктонных сообществ характеризовалось более высокими величинами, свойственными для водоемов мезотрофно-эвтрофного типа.

Так, средние значения численности и биомассы фитопланктона в верховье реки соответственно составили 0.74 млн кл./л и 0.51 г/м<sup>3</sup> (табл. 2). В отдельных притоках, впадающих в Пьяну на этом участке течения, обилие водо-

рослей достигало более заметных значений (так, в притоке Пекшати численность и биомасса водорослей соответственно составили 3.91 млн кл./л и 3.02 г/м<sup>3</sup>, в р. Чека – 2.48 млн кл./л и 4.1 г/м<sup>3</sup>) (табл. 3). В числе структурообразующих групп водорослей, играющих заметную роль в сложении численности, на всех станциях выделялись зеленые, преимущественно хлорококковые водоросли, которые создавали от 66 до 77% суммарной численности. В комплексе доминирующих по биомассе видов практически во всех пунктах отбора были отмечены жгутиковые водоросли: зеленые вольвоксовые – *Pandorina morum*, виды рода *Chlamydomonas* и динофитовые водоросли (виды рода *Gymnodinium*). В отдельных притоках (Сарга и Шнара), а также на отдельных станциях по руслу реки в качестве доминирующих видов также выступали диатомеи – *Melosira varians*, *Diatoma vulgare* Вогу, виды рода *Pinnularia* и эвгленовые водоросли (*Euglena viridis* Ehr.) (табл. 2, 3).

В среднем течении р. Пьяна показатели численности водорослей варьировали от 0.39 млн кл./л до 1.76 млн кл./л, биомассы – от 0.19 г/м<sup>3</sup> до 0.59 г/м<sup>3</sup> (табл. 2). По числу наиболее обильно развивались зеленые водоросли, которые на отдельных станциях создавали от 25 до 78% суммарной численности. В отдельных пунктах отбора им не уступали диатомовые и синезеленые водоросли. В комплексе доминирующих по биомассе видов были отмечены жгутиконосцы: динофитовые и зеленые вольвоксовые водорос-

Таблица 3

## Структурные показатели фитопланктона основных притоков р. Пьяны в 2006 г.

Приток	Численность (N), млн кл./л	Биомасса (B), г/м <sup>3</sup>	Доминирующие виды	Трофический статус (по биомассе фитопланктона)	S <sub>N</sub>	S <sub>B</sub>	Класс качества
<b>Верхнее течение</b>							
р. Сарга	0.73	0.42	Виды рода <i>Chlamydomonas</i> , <i>Melosira varians</i>	Олиготрофный	2.16	2.32	III
р. Шнара	1.18	0.81	Виды рода <i>Gymnodinium</i> , <i>Melosira varians</i> , <i>Diatoma vulgare</i> , зеленые вольвокс-овые	Олиготрофный	2.06	2.01	III
р. Пекшадь	3.91	3.02	Виды родов <i>Gymnodinium</i> , <i>Chlamydomonas</i> , <i>Pandorina morum</i>	Мезотрофный	2.16	2.01	III
р. Ежать	0.40	0.55	Виды родов <i>Gymnodinium</i> , <i>Chlamydomonas</i> , <i>Cyclotella</i> , <i>Cryptomonas ovata</i>	Олиготрофный	1.92	1.88	III
р. Чека	2.47	4.10	<i>Pandorina morum</i> , <i>Euglena viridis</i> , виды рода <i>Trachelomonas</i>	Мезотрофный	2.19	2.32	III
<b>Среднее течение</b>							
р. Вадок	2.16–5.46	7.71–24.43	Виды рода <i>Mougeotia</i> , <i>Synedra ulna</i> , <i>Cocconeis placentula</i>	Высокоэвтрофный	1.84–1.85	1.41–1.97	II–III
<b>Нижнее течение</b>							
р. Анда	0.01	0.37	Виды рода <i>Mougeotia</i>	Олиготрофный	1.60	1.42	II–III

ли, а также представители крупноклеточных диатомей – *Melosira varians*, *Fragilaria capucina* Desm., *Navicula radiosa* Kütz., *Synedra ulna*, *Cocconeis placentula* Ehr., попадающих в толщу воды из донных группировок. В целом, количественные показатели развития планктонных альгоценозов этого участка течения Пьяны были низкими (средние показатели численности составили 0.96 млн кл./л, биомассы – 0.46 г/м<sup>3</sup>) и соответствовали таковым слабопродуктивных водоемов олиготрофного типа.

Следует отметить высокое обилие водорослей (табл. 3) в левобережном притоке этого участка реки – р. Вадок, воды которого характеризовались повышенным содержанием органического фосфора. На отдельных станциях этого притока биомасса фитопланктона достигала до 24.43 г/м<sup>3</sup>. Столь высокие значения биомассы определялись присутствием в планктоне зеленых нитчаток рода *Mougeotia*, доля которых составляла 92% суммарной биомассы. На других станциях по биомассе главенство полно-

стью принадлежало диатомеям (до 7.71 г/м<sup>3</sup> – 99% суммарной биомассы) за счет вегетации литоральных форм и обитателей обрастаний *Synedra ulna* и *Cocconeis placentula*.

В низовье реки Пьяны основу численности на всех станциях отбора создавали зеленые (до 89% суммарной численности), диатомовые и синезеленые водоросли. В комплекс доминирующих по биомассе видов входили представители разных отделов. Так, на большинстве станций выделялись зеленые вольвокс-овые и бентосные диатомеи (виды рода *Navicula*, *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*), в других точках отбора им не уступали динофитовые водоросли (табл. 2). В притоке этого участка течения – р. Анда – по биомассе преобладали зеленые конъюгаты (табл. 3). В целом, количественное развитие (средние показатели численности составили 0.38 млн кл./л, биомассы – 0.16 г/м<sup>3</sup>) фитопланктона на данном участке реки было низким и находилось в пределах олиготрофного уровня.

Данные сапробиологического анализа показали, что индекс сапробности, вычисленный по численности и биомассе фитопланктона, в период исследований в р. Пьяна и ее притоках изменялся от 1.41 до 2.43. В целом, исследованные водотоки как по численности, так и по биомассе индикаторных видов относились к  $\beta$ -мезосапробному типу. Состояние реки Пьяна и ее притоков летом 2006 г. характеризовалось III классом качества воды (воды умеренно загрязненные), в отдельных притоках (р. Анда) – II–III классом (чистые воды – умеренно загрязненные), экологическое состояние оценивалось как относительно удовлетворительное.

### Заключение

Таким образом, в растительном планктоне р. Пьяна во все годы исследований по численности выделялись зеленые хлорококковые, диатомовые, в отдельные годы также криптофитовые и синезеленые водоросли. Особенностью состава доминирующих по биомассе видов следует отметить преобладание во все годы исследований мелкоклеточных жгутиковых форм – представителей вольвоксовых, криптофитовых, динофитовых и эвгленовых водорослей. По-видимому, способность большинства из них наряду с автотрофией к миксотрофии и голозойному типу питания позволяет этим видам существовать в условиях высокой минерализации и жесткости водной среды и достаточной обеспеченности ее биогенными ресурсами. Диатомовые водоросли в комплексе структурообразующих видов были представлены преимущественно обитателями донных группировок и обрастаний. В сезонном аспекте (по данным 1986–1987 гг.) максимальная степень вегетации альгоценозов отмечалась весной (май, первая половина июня), второй, меньший по величине подъем биомассы фитопланктона формировался во второй половине лета или в начале осени. Анализируя состав доминирующих видов и степень вегетации фитопланктона вдоль течения реки (2006 г.), можно отметить достаточно схожий его характер. В целом, во все годы развитие фитопланктона данного водотока оказалось довольно низким. По средним показателям биомассы воды Пьяны соответствовали таковым слабопродуктивных водоемов олиготрофного, либо слабомезотрофного типа. Степень «цветения» воды характеризовалась как слабая. Незначительное развитие фитопланктона в реке свидетельствует об ограниченных ее возможностях к самоочищению. Более высокий уровень вегетации водорослей ока-

зался свойственным для притоков Пьяны – рек Чека, Пекшадь, Вадок, воды которых были более богаты биогенными элементами.

Индексы сапробности в сезонном аспекте 1986–1987 гг. изменялись незначительно. Воды водохозяйственного участка р. Пьяна в районе пос. Ичалки в эти годы характеризовались высоким уровнем органического загрязнения и квалифицировались как  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробные, качество воды относилось к III–IV классам (воды умеренно загрязненные – грязные). В 2006 г. индексы сапробности в исследуемом водотоке преимущественно не выходили за пределы  $\beta$ -мезосапробной зоны. Воды реки Пьяна и ее притоков этим летом характеризовались III классом качества. В целом, судя по структурным характеристикам фитопланктона, экологическое состояние реки Пьяна можно оценить как относительно удовлетворительное. Однако достаточно высокий уровень сапробности в сравнении с другими водохозяйственными районами р. Волги при достаточно низких значениях биомассы водорослей может свидетельствовать о том, что река не справляется с уровнем загрязнений, поступающих с водосбора, и водохозяйственная обстановка достаточно напряженная.

### Список литературы

1. Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек в изменяющихся условиях среды. Автореферат дис. ... д-ра биол. наук. М.: МГУ, 2003. 41 с.
2. Фролова Г.И. Фитопланктон малых рек Ярославской области. Автореферат дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 2004. 25 с.
3. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озёрного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 184 с.
4. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. М.: Наука, 1975. 240 с.
5. Охапкин А.Г. Структура и сукцессия фитопланктона при зарегулировании речного стока (на примере р. Волги и её притоков). Дис. ... д-ра биол. наук. СПб.: Ин-т озероведения РАН, 1997. 280 с.
6. Охапкин А.Г. Видовой состав фитопланктона как показатель условий существования в водотоках разного типа // Бот. журн. 1998. Т. 83. № 9. С. 8–9.
7. Pantle R. Biologische Flussüberwachung // Wasserwirtschaft. 1956. Bd. 46. № 8. 206–209 s.
8. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und Darstellung der Ergebnisse // Gas und Wasserfach. 1955. Bd. 96. № 18. S. 604–681.
9. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Ergebn. der Limnol. Arch. Hydrobiol., 1973. Bd. 7. № 7. S. 218–253.
10. Унифицированные методы исследования качества вод: Атлас сапробных организмов. М.: СЭВ, 1977. 227 с.
11. Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биологического анализа вод. М.: СЭВ, 1975. Ч. 3. 176 с.

12. Weigl R. Index für die Limnosaprobität. Wasser und Abwasser. Wien: WEGl, 1983. Bd. 26. 175 s.
13. Природа Горьковской области. Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1974. 416 с.
14. Отчет о научно-исследовательской работе «Рыбохозяйственный кадастр водоемов Нижегородской области». Этап 4. «Рыбохозяйственный кадастр реки Пьяны и ее притоков». Нижний Новгород, 2006. 66 с. (Рукопись, Нижегородская лаборатория ГОСНИОРХ)
15. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озёр разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.

**AN ESTIMATE OF THE RIVER PYANA (NIZHNI NOVGOROD REGION)  
ECOSYSTEM STATE BY PHYTOPLANKTON**

*E.L. Vodeneeva, A.G. Okhapkin, M.V. Lebedeva*

The structure-forming complex of phytoplankton species of the River Pyana (the right-bank tributary of the Volga River) has been determined. The phytoplankton abundance dynamics of the watercourse has been analyzed, the trophic status of the river has been stated and the ecological state of the river water has been estimated.

*Keywords:* Nizhni Novgorod region, watercourses, phytoplankton, dominating species, ecology.