

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА КРУПНЫХ РЕК ЦЕНТРАЛЬНО-ЯКУТСКОГО ФЛОРИСТИЧЕСКОГО РАЙОНА

П.А. Ремигайло

*Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН,
677980, Якутск, просп. Ленина, 41, e-mail: p.a.remigailo@ibpc.yzn.ru*

Приводится анализ таксономической структуры и особенностей развития фитопланктона Средней Лены и ее притоков – рек Вилюй, Алдан, Амга. Выявлено широкое видовое разнообразие и богатство альгофлоры изученных северных водоемов, насчитывающие 738 таксонов.

Ключевые слова: *таксономическая структура, фитопланктон, реки Центральной Якутии.*

PHYTOPLANKTON SYSTEMATIC STRUCTURE OF LARGE RIVERS OF CENTRAL YAKUTIA FLORAL REGION

P.A. Remigailo

*Institute for Biological Problems of Cryolithozone, SB RAS,
677980, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Lenin ave., 41, e-mail: p.a.remigailo@ibpc.yzn.ru*

Analysis of taxonomic structure and peculiarities of phytoplankton development in middle course of Lena River and her tributaries – Viluy, Aldan, Amga has been presented in the paper. Wide species diversity and reach algoflora (738 taxons) has been revealed in studied northern basins.

Key words: *taxonomic structure, phytoplankton, rivers of Central Yakutia.*

Гидрографическая сеть основных водотоков Центрально-Якутской равнины представлена средним течением р. Лены и наиболее ее крупными притоками – реками Вилюй, Алдан и Амга, являющимися главной транспортной артерией региона, источником водоснабжения городов и поселков, средой обитания промысловых пород рыб. Располагаясь в зоне сибирской тайги, основная бассейновая часть р. Лены характеризуется в настоящее время для данной широты относительно низкой плотностью населения и слабой степенью освоения. Обладая большими запасами минеральных и гидроэнергетических ресурсов, пока еще недостаточно используемых, территории Центральной и Южной Якутии в ближайшие годы определены как перспективные для их комплексного освоения. В условиях нарастания темпов антропогенной нагрузки, происходящих климатических изменений, учитывая неустойчивость и ранимость наземных и водных северных экосистем, все больше внимания уделяется получению информации по фоновым показателям биологического разнообразия и изучению его антропогенной динамики. Наиболее информативное звено

состояния трофических цепей – водные и почвенные водоросли, имеющие высокую скорость воспроизводства. Их экологические группировки обладают относительно высокой чувствительностью к уровню загрязнений, что позволяет им быстро реагировать на изменяющиеся условия среды. Биоиндикационные оценки состояния экосистем по нижним трофическим уровням используются довольно широко (Макрушин, 1974; Унифицированные методы..., 1977; Барина, Медведева, 2006). Метод основан на определении сапробности – способности индикаторных организмов выживать в загрязненной органикой среде. При применении этой методики основными показателями являются видовой состав, структура и обилие сообществ водорослей, позволяющие оперативно оценить трофический статус водоема, его экологическое состояние и направления происходящих изменений. Несмотря на то что реки Центральной Якутии в альгологическом отношении наиболее изучены в регионе, более детальные систематические исследования последних лет значительно дополнили имеющиеся сведения по их альгофлоре.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа основана на результатах многолетних стационарных и маршрутных исследований фитопланктона среднего течения р. Лены и ее основных прито-

ков – рек Алдан и Вилюй. В связи со строительством каскада гидроэлектростанций на р. Вилюй проведена оценка ее фонового состояния фитопланктона до за-

регулирования стока и мониторинговые исследования за состоянием экосистем Вилюйского и Светлинского водохранилищ в периоды их заполнения, формирования гидробиологического режима и нормальной эксплуатации. Сбор и обработка материалов

проведены по общепринятым унифицированным методикам сбора и обработки альгологического материала (Голлербах, Полянский, 1951; Киселев, 1969; Федоров, 1979; Методические рекомендации..., 1981; Водоросли, 1989).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

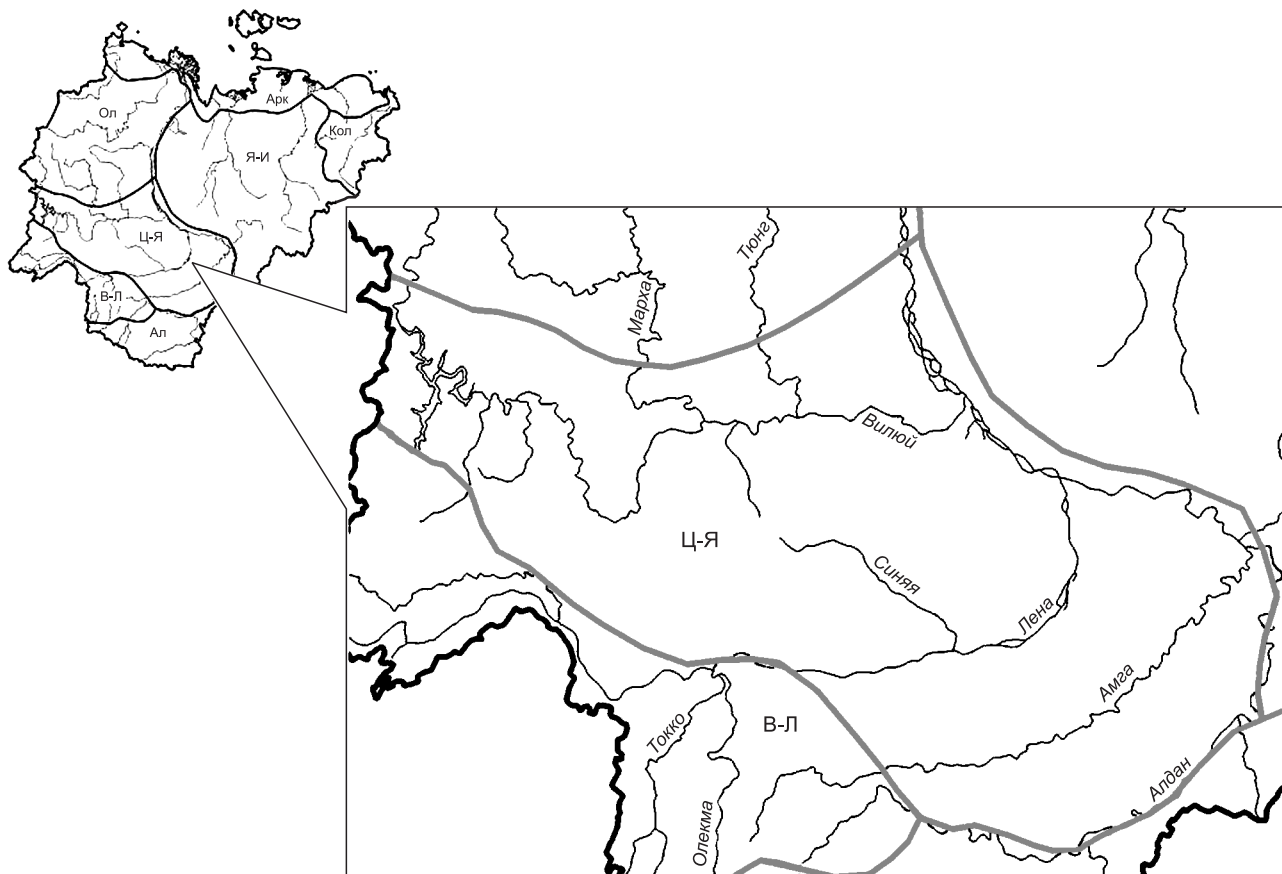
Основное русло р. Лены протекает по направлению с юга на север, исключение составляют отдельные участки ее среднего течения – р. Вилюй и два участка Алдана, имеющие широтное направление (см. рисунок). В пределах Лено-Алданского плоскогорья р. Лена протекает по широкой, хорошо разработанной долине. Ширина ее варьирует в пределах 1–3 км. Выше устья р. Буотамы долина Лены в пределах Центрально-Якутской низменности расширяется до 5–10 км. Для русла реки характерны многочисленные острова, косы и осередки. Перед впадением Алдана правый борт долины постепенно снижается, террасовый уступ исчезает (Водные пути..., 1995).

В фитопланктоне исследуемого участка реки выявлено 456 видов водорослей, представленных 565 внутривидовыми таксонами (здесь и далее в понятие “внутривидовые таксоны” включены таксоны, содержащие номенклатурный тип вида) (табл. 1).

Основу видового состава составляют представители отделов *Bacillariophyta*, *Chlorophyta* и *Cyanophyta*, менее разнообразны *Chrysophyta* и *Xanthophyta*, беден состав *Dinophyta*, *Euglenophyta* и *Rhodophyta*.

На уровне классов выделяется *Pennatophyceae* (42.5 % видового состава), *Chlorophyceae* (18.4), *Hormogoniophyceae* (12.7 %), на уровне порядков – *Raphales* (34.0 %), *Chlorococcales* (16.2) и *Araphales* (8.6 %).

Условия обитания водорослей, обусловленные географическим положением исследуемого водоема, определяют порядок расположения головного спектра семейств по числу зарегистрированных таксонов. Самые высокие позиции в спектре семейств принадлежат *Naviculaceae* (10.7 % видового состава), *Oscillatoriaceae* (7.0), *Fragilariaceae* (6.8), *Nitzschiaceae* (5.7), *Cymbellaceae* и *Scenedesmaceae* (по 4.8 %). К ведущим родам относятся *Navicula*, *Nitzschia*, *Oscillatoria*,



Карта-схема речной сети Центрально-Якутского флористического района:

Арх – Арктический; Ол – Оленекский; Кол – Колымский; Я-И – Яно-Индибирский; Ц-Я – Центрально-Якутский; В-Л – Верхне-Ленский; Ал – Алданский.

Таксономическая структура фитопланктона Средней Лены

Отдел	Число						Процент от общего числа видов (456)
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	
<i>Cyanophyta</i>	3	4	15	21	77	85	16.9
<i>Dinophyta</i>	1	2	2	3	4	4	0.9
<i>Chrysophyta</i>	1	2	4	8	29	34	6.4
<i>Xanthophyta</i>	2	2	6	6	15	15	3.3
<i>Bacillariophyta</i>	2	6	18	36	211	299	46.3
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	2	3	3	0.7
<i>Rhodophyta</i>	1	1	1	1	1	1	0.2
<i>Chlorophyta</i>	2	7	22	46	116	124	25.4
<i>Всего:</i>	13	25	69	123	456	565	100.0

Cymbella, *Synedra*, *Anabaena* (табл. 2). Одно- и двувидовых семейств – 27 (39.1 % от их общего количества). Одно- и двувидовые роды составляют 63.4 % списка родов, на их долю приходится 23.5 % от общего видового состава. В целом состав семейств и их роль в систематической структуре фитопланктона водотока соответствуют таксономическому спектру водорослей планктона проточных водоемов высоких широт и отражают голарктические черты флор Северного полушария (Кожова, Кобанова, 1973; Ермолаев, 1981; Харитонов, 1981; Сафонова, 1984; Гецен, 1985; Науменко, 1985; Васильева, 1989; Воробьева, 1995). Одиннадцать наиболее крупных по числу видов семейств объединяют 259 видов (56.7 % от всего количества видов водорослей), принадлежащих к отделам диатомовых, зеленых и синезеленых. На долю диатомовых из их числа приходится 158 видов (34.6 % от всего количества видов водорослей), зеленых – 53 (11.6 %), синезеленых – 48 видов (10.5 %).

По два вида представлены шесть семейств: диатомовые – *Rhizosoleniaceae* и *Rhopalodiaceae*, зеленые – *Chlorococcaceae*, синезеленые – *Scytonemataceae*, золотистые – *Chrysococcaceae*, желтозеленые – *Sciadaceae*.

Для северных флор характерно увеличение числа семейств с одним представителем флоры (Гецен, 1985).

Таблица 2

Ведущие по числу видов роды фитопланктона рек Центральной Якутии

Лена	Алдан	Вилуй
<i>Navicula</i> (25)	<i>Cymbella</i> (17)	<i>Closterium</i> (27)
<i>Nitzschia</i> (24)	<i>Navicula</i> (13)	<i>Cosmarium</i> (23)
<i>Oscillatoria</i> (23)	<i>Achnanthes</i> (9)	<i>Scenedesmus</i> (19)
<i>Cymbella</i> (20)	<i>Nitzschia</i> (7)	<i>Staurastrum</i> (17)
<i>Synedra</i> (18)	<i>Gomphonema</i> (7)	<i>Eunotia</i> (12)
<i>Anabaena</i> (16)	<i>Cosmarium</i> (6)	<i>Nitzschia</i> (12)
<i>Gomphonema</i> (14)	<i>Fragilaria</i> (6)	<i>Cymbella</i> (12)
<i>Scenedesmus</i> (13)	<i>Eunotia</i> (6)	<i>Staurodesmus</i> (10)
<i>Pinnularia</i> (12)	<i>Synedra</i> (5)	<i>Pinnularia</i> (10)
<i>Achnanthes</i> (12)	<i>Closterium</i> (5)	<i>Synedra</i> (10)
<i>Всего</i> (177)	<i>Всего</i> (81)	<i>Всего</i> (152)

В фитопланктоне Средней Лены зарегистрировано 21 одновидовое семейство: синезеленые – *Gomphosphaeriaceae*, *Coelosphaeriaceae*, *Chamaesiphonaceae*, *Nostocaceae*, *Aphanizomenonaceae*, *Nodulariaceae*, *Rivulariaceae*; зеленые – *Volvocaceae*, *Sphaerocystidaceae*, *Characiaceae*, *Golenkiniaceae*, *Gonatozygaceae*, *Zygnemataceae*; желтозеленые – *Pleurochloridaceae*, *Characiopsidaceae*, *Botryochloridaceae*, *Heterotrichaceae*; диатомовые – *Hemiaulaceae*, *Rhoicospheniaceae*; динофитовые и красные – *Gymnodiniaceae*, *Acrochaetiaceae*.

На долю 10 ведущих по видовому богатству родов фитопланктона данного участка р. Лены приходится 151 вид (38.8 % от общего состава водорослей). Первые 3 ранговых места, как и на уровне семейств, занимают представители диатомовых и синезеленых водорослей: *Navicula* (5.5 %), *Nitzschia* (5.3), *Oscillatoria* (5.0 %). Наличие среди ведущих родов *Nitzschia* обусловлено влиянием антропогенных факторов. На долю господствующих родов из отдела диатомовых приходится 125 видов (27.4 % от всего количества видов водорослей), синезеленых – 39 видов (8.6 %), а также вошел род *Scenedesmus* (2.9 %) из отдела зеленых водорослей.

Отмечено преобладание в альгофлоре реки 49 одновидовых родов. Из зеленых водорослей – 20 родов: *Characium*, *Chlorococcum*, *Coenochloris*, *Coenocystis*, *Dactylosphaerium*, *Desmidium*, *Draparnaldia*, *Golenkinia*, *Gonatozygon*, *Hyaloraphidium*, *Nephrochlamis*, *Pandorina*, *Pleurotaenium*, *Quadricoccus*, *Siderocystopsis*, *Staurodesmus*, *Trebouxia*, *Trochiscia*, *Uronema*, *Zygnema*; из диатомовых 9 – *Attheya*, *Cymatopleura*, *Denticula*, *Didymosphenia*, *Hannaea*, *Meridion*, *Opephora*, *Rhoicosphenia*, *Stephanodiscus*; из синезеленых 9 – *Aphanizomenon*, *Calothrix*, *Chamaesiphon*, *Coelosphaerium*, *Eucapsis*, *Gomphosphaeria*, *Nodularia*, *Nostoc*, *Synechococcus*; из желтозеленых 4 – *Bumilleria*, *Chlorellidium*, *Chloridella*, *Chlorokoryne*; из золотистых 3 – *Epipyxis*, *Stokesiella*, *Synura*; из динофитовых 2 – *Ceratium*, *Gymnodinium*; из эвгленовых и красных – по одному соответственно *Euglena* и *Chantransia*. Двувидовых родов отмечено 29, в том числе: зеленых 10 – *Closteriopsis*, *Coelastrum*, *Coe-*

nococcus, Cosmoastrum, Crucigenia, Crucigeniella, Gloeotila, Lagerheimia, Selenastrum, Stigeoclonium; диатомовых 8 – *Amphora, Asterionella, Caloneis, Hantzschia, Neidium, Pleurosigma, Rhizosolenia, Rhopalodia*; синезеленых 6 – *Aphanothece, Dactylococcopsis, Gloeocapsa, Lyngbya, Spirulina, Tolypothrix*; золотистых 2 – *Kephyrion, Pseudokephyrion*; динофитовых, эвгленовых и желтозеленых по одному соответственно – *Peridinium, Trachelomonas, Bumilleriopsis*.

Анализ родового спектра фитопланктона указывает на неравномерность распределения видов по родам. Так, 11 ведущих родов, составляющих лишь около 8.1 % всего родового спектра, охватывают более трети общего числа видов. Почти 63.4 % всех родов фитопланктона являются одно- и двувиновыми, охватываемыми лишь 23.5 % всех видов фитопланктона. В целом в фитопланктоне участка р. Лены четко просматривается концентрация видов в сравнительно небольшом числе родов и семейств, что, по мнению ряда исследователей, указывает на автохтонное развитие альгофлоры (Малышев, Пешкова, 1984).

Пропорции флоры 1.0 : 1.8 : 6.6 : 8.2 (относительное число семейств, принятое за 1 : среднее число родов в семействе : среднее число видов в семействе : среднее число внутривидовых таксонов, включая номенклатурный тип вида, в семействе). Родовая насыщенность 3.7. Вариабельность вида 1.2. Лимитирующие факторы среды обитания (высокие скорости течения, слабая прогреваемость вод, низкая минерализация и бедный состав биогенов) обуславливают развитие в планктоне реки стенотермных, холодолюбивых диатомей: *Aulacoseira distans*, *A. distans* var. *alpigena*, *A. islandica*, *A. italica*, *Diatoma anceps*, *D. hiemale*, *D. hiemale* var. *mesodon*, *Gyrosigma acuminatum*, *Eunotia praeurupta* и *Gomphonema ventricosum*. Для участка реки выявлено 28 таксонов водорослей, доминирующих в сообществе по биомассе, – представителей отделов диатомовых, зеленых, синезеленых и золотистых: *Anabaena aequalis*, *Asterionella formosa*, *A. gracillima*, *Aulacoseira distans*, *A. granulata*, *A. italica*, *Chlorococccum infusionum*, *Closterium parvulum*, *C. peracerosum*, *Cosmoastrum punctulatum*, *Cyclotella kuetzingiana*, *C. meneghiniana*, *Dinobryon divergens*, *D. sertularia*, *D. sociale*, *Fragilaria crotonensis*, *Hannaea arcus*, *Melosira varians*, *Monoraphidium arcuatum*, *Synedra tabulata*, *S. ulna*, *Tabellaria fenestrata*, *T. fenestrata* var. *intermedia*, *T. flocculosa*. По отношению к скорости течения в фитопланктоне реки преобладают индифференты (18.4 % от общего числа таксонов).

По уровню количественного развития фитопланктона р. Лена характеризуется как северный олиготрофный водоем. По системе Сладчека исследованный участок этой реки оценивается как слабозагрязненный. На локальных участках отмечается незначительное повышение концентрации биогенных элементов и общей биомассы фитопланктона. Уровень самоочищения воды в реке высокий (Габышев,

1998, 1999; Ремигайло, Габышев, 1999; Ремигайло и др., 2010).

Река Вилюй – крупный левый приток Лены, длиной 2650 км, одна из немногих рек Восточной Сибири, протекающая в широтном направлении по Среднесибирскому плоскогорью, в нижнем течении – по Центрально-Якутской равнине. Бассейн реки объединяет около 15 000 водотоков, свыше 68 000 озер. Для энергоснабжения алмазодобывающей промышленности, перспективной добычи и переработки других полезных ископаемых Якутии было создано Вилюйское водохранилище – крупный по площади и объему водоем на территории Якутии и одно из крупнейших водохранилищ Сибири, а в 1986 году по каскаду – Светлинское водохранилище – проточный искусственный водоем горно-речного типа. Зарегулирование стока привело к нарушению равновесия между природными процессами непосредственно в р. Вилюй и его бассейне. При анализе результатов многолетних наблюдений за составом и динамикой развития альгофлоры в р. Вилюй и образовавшемся каскаде водохранилищ особое внимание уделялось выявлению смены качественного состава реофильных комплексов на лимнофильные, произошедшей при понижении скоростей течения. Кроме того, наблюдается поступление дополнительных биогенных элементов при естественных процессах, связанных со смывом нарушенного почвенного покрова и подстилающих пород, водной эрозией, химическим составом подземных вод, питающих р. Вилюй и ее притоки (Биология..., 1979). По характеру течения, строения ложа, долины, а также по гидрологическим показателям р. Вилюй на всем протяжении подразделяется на 5 участков. Из них участок верхнего течения от истока до устья р. Чиркуо протяженностью около 900 км носит горный характер. Основу комплекса доминирующих видов составили диатомовые водоросли, состоящие из планктонных реофильных видов – *Aulacoseira granulata*, *A. italica*, *Cyclotella kuetzingiana*. Наряду с ними по биомассе выделялись протококковые и десмидиевые водоросли родов *Ankistrodesmus*, *Pediastrum*, *Selenastrum*, *Cosmarium*, однако на расстоянии 2–4 км от устья р. Чиркуо они выпадали из состава планктона. Основную массу фитопланктона этого участка формировали планктонные диатомовые водоросли, хорошо развивающиеся в условиях реки и обогащающие альгофлору вниз по течению р. Вилюй (Ремигайло, Соколова, 1992).

До зарегулирования стока Вилюй имел черты типичной горной реки с множеством порогов и перекатов, которые чередовались с плесами. В результате перекрытия плотиной русла реки в соответствии с рельефом залитой поймы в пределах акватории Вилюйского водохранилища образовался ряд четко выделяющихся озеровидных расширений и соединяющих их каньонообразных сужений. В результате затопления обширных территорий с почвенно-рас-

тительным покровом, сокращения водообмена в водохранилище стала происходить аккумуляция биогенных и органических веществ, оказавших влияние на формирование, состав и количественное развитие фитопланктона.

На начальном этапе заполнения водоема (1967–1971 гг.) в связи с понижением скоростей течения и уменьшением влияния притоков в составе альгогруппировок увеличилась доля участия синезеленых и золотистых водорослей и уменьшился процент зеленых водорослей. По мере евтрофикации вод из синезеленых наиболее интенсивное развитие летом наблюдалось у вида *Aphanizomenon flos-aquae* с численностью до 0.20–0.48 млрд кл/л, что вызывало интенсивное “цветение” воды на отдельных участках и лимитировало развитие представителей других отделов водорослей, в том числе и диатомовых, которые на этом этапе по степени доминирования занимали второе место после зеленых. Наиболее интенсивно из них развивались *Aulacoseira granulata* и *Tabellaria fenestrata* (Ремигайло, 1976). В период поэтапного затопления новых участков ложа (1972–1975 гг.) наблюдались небольшие изменения в составе ведущего комплекса из отдела диатомовых. В летний период обилие фитопланктона возрастало за счет развития синезеленых, зеленых и золотистых водорослей. На речных участках интенсивно вегетировали *Aulacoseira italica*, *Asterionella formosa*, *Diatoma vulgare*. На озеровидных плесах вызывали интенсивное “цветение” *Aphanizomenon flos-aquae* и *Anabena lemmermannii*. Наиболее продуктивными по развитию фитопланктона в этот период были средние участки водохранилища. В период становления гидрохимического и гидробиологического режимов водохранилища, достигшего запланированного объема (1976–1980 гг.), наиболее разнообразным был планктон мелководных, прогреваемых участков озеровидных заливов. В пределах русловых и глубоководных зон по обилию преобладали диатомовые из родов *Melosira*, *Aulacoseira*, *Synedra*, *Fragilaria*, *Eunotia*, *Navicula*, *Gomphonema*. Из зеленых по развитию выделялись *Sphaerocystis* и *Dictyosphaerium* (Ва-

ильева, Ремигайло, 1982). В последующие 1981–2010 гг. наблюдалась относительная стабилизация гидробиологического режима водных масс водоема. Отмечено снижение роли синезеленых водорослей. В планктоне были разнообразно представлены золотистые водоросли из родов *Mallomonas* и *Dinobryon*. Расширение разнообразия биотопов, образовавшихся в пределах многочисленных заливов, влияние приточной системы способствовали общему увеличению таксономического состава альгофлоры Вилюйского водохранилища за счет развития синезеленых, золотистых, вольвоксовых и хлорококковых водорослей.

По результатам исследований в составе альгофлоры Вилюйского водохранилища определено 325 видов и разновидностей водорослей, относящихся к 114 родам, 70 семействам и 7 отделам (табл. 3). В целом для водохранилища отмечено таксономическое разнообразие диатомей. На Верхнем Вилюе в искусственном водоеме повысилась доля участия золотистых и желтозеленых водорослей. Эвгленовые и динофитовые водоросли ограниченно развивались на отдельных мелководных евтрофированных участках.

Светлинское водохранилище – второе в Вилюйском каскаде ГЭС, относительно небольшое по площади и объему, его длина – 138 км, наибольшая глубина – 50 м, ширина – около 500 м. В составе фитопланктона в пределах акватории водоема идентифицирован 121 вид (132 таксона рангом ниже вида) из семи отделов. По числу видов преобладают диатомовые (47.9 % общего числа видов), им уступают зеленые (35.5 %), синезеленые (8.3 %), эвгленовые (3.3 %). Беден состав динофитовых (2.5 %) и золотистых (1.7 %). В целом для водохранилища отмечено низкое развитие фитопланктона. Видовой состав его бедный в слабо прогреваемой верхней зоне водохранилища, постепенно обогащался по направлению к нижним участкам. Увеличение видового разнообразия фитопланктона водохранилища происходит за счет водорослей, поступающих из прогреваемых мелководных притоков, и клеток автохтонно развивающегося планктона в нижней зоне водохранилища.

Средний участок р. Вилюй протяженностью 653 км расположен от плотины Светлинской ГЭС до устья р. Марха. В планктоне участка выявлен 291 вид водорослей (331 внутривидовой таксон) из 7 отделов. По видовому обилию лидируют зеленые водоросли (43.0 % общего числа видов), диатомовые занимают второе место (38.5 %). Разнообразно представлены синезеленые (9.3 %), эвгленовые (3.1), золотистые (2.7); желтозеленых и динофитовых немного (по 1.7 %). В сравнении со Светлинским водохранилищем несколько меняется состав структурообразующих видов фитопланктона. На участке реки доминируют планктонные и планктонно-бентосные диатомовые *Asterionella gracillima* и *Diatoma elongatum* f. *actinastroides*, образующие звездчатые колонии, а также *Synedra ulna*.

Таблица 3

Таксономическое разнообразие водорослей Вилюйского водохранилища

Отдел	Число			
	семейств	родов	видов и разновидностей	
			абсол.	%
<i>Cyanophyta</i>	17	23	65	19.4
<i>Dinophyta</i>	3	3	6	1.8
<i>Chrysophyta</i>	7	13	39	12.0
<i>Xanthophyta</i>	7	11	15	4.6
<i>Bacillariophyta</i>	13	24	126	38.6
<i>Euglenophyta</i>	1	1	4	1.2
<i>Chlorophyta</i>	22	39	70	22.4
<i>Итого:</i>	70	114	325	100

Таксономическая структура фитопланктона р. Вилюй

Отдел	Число							Процент от общего числа видов (383)
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	новых видов и разновидностей для флоры Якутии	
<i>Cyanophyta</i>	3	4	11	13	31	34	3	8.1
<i>Dinophyta</i>	1	1	1	3	5	8	1	1.3
<i>Chrysophyta</i>	1	2	3	6	12	14	1	3.1
<i>Xanthophyta</i>	2	2	3	5	10	10	1	2.6
<i>Bacillariophyta</i>	2	5	17	33	130	157	17	33.9
<i>Euglenophyta</i>	1	1	2	4	14	16	1	3.7
<i>Chlorophyta</i>	2	6	16	49	181	210	39	47.3
Всего:	12	21	53	113	383	449	63	100.0

Нижний участок – от впадения р. Марха до устья длиной 516 км. На участке определено 275 видов (309 внутривидовых таксонов) из 7 отделов. В видовом составе фитопланктона несколько повышается роль зеленых водорослей (51.3 % общего числа видов). Второе место занимают диатомовые водоросли (32.0 % общего числа видов), но их участие в формировании фитопланктона нижнего течения р. Вилюй уменьшается. Разнообразно представлены синезеленые водоросли (5.8 %). Заметно меньше было золотистых и эвгленовых – по 3.1 %, желтозеленых – 2.9 и динофитовых – 1.5 %. Число видов в пробах, отобранных в низовье реки, больше, чем на вышерасположенных участках, и варьирует от 93 до 148.

В целом основу систематического разнообразия незарегулированного участка р. Вилюй составляют представители отделов *Chlorophyta*, *Bacillariophyta* и *Cyanophyta* (табл. 4). В составе доминантов фитопланктона низовья р. Вилюй преобладают диатомеи: *Aulacoseira distans*, *Asterionella gracillima*, *Synedra ulna* и появляется представитель зеленых водорослей *Monoraphidium irregulare*.

Река Алдан – крупный правый приток Лены. В планктоне р. Алдан выявлено 166 видов водорослей (199 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) (табл. 5). Наиболее богат по числу

видов отдел диатомовых, за которым следуют зеленые и синезеленые; представители желтозеленых, золотистых, динофитовых и красных играют меньшую роль. На уровне классов по видовому богатству выделяются *Pennatophyceae* (64.7 % видового состава), *Conjugatophyceae* (11.4), *Chlorophyceae* (10.8) и *Hormogoniophyceae* (6.6 %); на уровне порядков – *Raphales* (51.5 %), *Araphales* (13.2), *Chlorococcales* и *Desmidiaceae* (по 7.8 %). К наиболее крупным по числу видов семействам относятся *Naviculaceae* (15.0 % общего числа видов), *Cymbellaceae* (10.8), *Fragilariaceae* (8.4), *Achnanthes* (7.2), *Gomphonemataceae*, *Nitzschiaceae*, *Desmidiaceae* (по 4.8), *Oscillatoriaceae*, *Eunotiaceae* (по 3.6), *Diatomaceae*, *Closteriaceae* (по 3.0 %). Из перечисленных выше семейств 11 включают 115 видов (68.9 % видового состава), 25 одно- и двувидовых семейств составляют 19.7 % от общего числа видов. К ведущим родам фитопланктона относятся *Cymbella* (17 видов), *Navicula* (13), *Achnanthes* (9), *Gomphonema*, *Nitzschia* (по 7), *Cosmarium*, *Fragilaria*, *Eunotia* (по 6), *Synedra*, *Closterium* (по 5). Одно- и двувидовые роды составляют 72.1 % общего числа родов и включают 37.1 % видового состава. Пропорции флоры 1.0 : 1.6 : 3.9 : 4.6. Родовая насыщенность 2.5. Вариабельность вида 1.2.

Видовой состав водорослей планктона р. Алдан на разных участках неоднороден. Это обусловлено

Таблица 5

Таксономическая структура фитопланктона р. Алдан

Отдел	Число						Процент от общего числа видов (166)
	классов	порядков	семейств	родов	видов	видов и разновидностей	
<i>Cyanophyta</i>	2	3	7	9	14	14	8.4
<i>Dinophyta</i>	1	1	1	2	2	3	1.2
<i>Chrysophyta</i>	1	1	1	1	2	2	1.2
<i>Xanthophyta</i>	1	1	1	1	3	3	1.8
<i>Bacillariophyta</i>	2	4	15	32	109	139	65.7
<i>Rhodophyta</i>	1	1	1	2	2	2	1.2
<i>Chlorophyta</i>	2	7	17	20	34	36	20.5
Всего:	10	18	43	67	166	199	100.0

гидрологическими особенностями реки: в верхнем течении Алдан – типично горная река, со множеством порогов и перекатов и скоростью течения более 5 м/с. Среднее и нижнее течение реки имеет равнинный характер, скорость течения уменьшается, река меандрирует, появляются заводи и протоки – увеличивается разнообразие биотопов. Состав ведущих классов и порядков фитопланктона одинаков на протяжении всей реки. В число наиболее крупных по видовому богатству семейств на верхнем участке входят *Desmidiaceae*, *Selenastraceae*, *Nitzschiaceae*, *Oscillatoriaceae* (Ремигайло, Табышев, 2001).

На верхнем, горном участке реки видовое разнообразие типичных обростателей из родов *Cymbella*, *Nitzschia*, *Gomphonema* выше, чем на участках с более спокойным течением. Увеличение числа видов обростателей в планктоне реки вызвано взмучиванием донных осадков бурным течением.

Одиннадцать видов водорослей встречаются в планктоне р. Алдан на всем ее протяжении. Это диатомовые из родов *Fragilaria*, *Synedra*, *Tabellaria*, *Navicula*, *Cocconeis*, *Eunotia*, *Gomphonema*, *Epithemia*.

В целом таксономический спектр фитопланктона р. Алдан характерен для лотических планктонных группировок водорослей, где в связи с большой турбулентностью высока роль заносных бентосных форм из *Bacillariophyta*. По составу ведущих родов и семейств фитопланктон р. Алдан имеет типичные черты северных проточных водоемов.

К числу наиболее крупных рек исследуемого региона относится р. Амга – левый приток р. Алдан. Для альгофлоры этой реки выявлено 216 видов водорослей (237 таксонов рангом ниже рода, включая номенклатурный тип вида) из 7 отделов, 12 классов, 20 порядков, 51 семейства, 87 родов.

По видовому богатству преобладают представители отдела зеленых водорослей (44.4 % от общего числа видов). Второе место (33.8 %) принадлежит диатомовым водорослям. Разнообразно представлены

синезеленые, золотистые и эвгленовые водоросли – 12.5, 4.2 и 2.8 % соответственно. Беден состав динофитовых (1.9 %) и желтозеленых (0.5 %).

На уровне классов выделяются *Pennatophyceae* (31.0 % видового состава), *Chlorophyceae* (29.2) и *Conjugatophyceae* (15.3 %); на уровне порядков – *Chlorococcales*, *Raphales* (по 25.9 %) и *Desmidiiales* (14.8 %).

Наиболее крупные по числу видов 10 семейств включают 124 вида водорослей (57.6 % от общего числа видов), которые принадлежат к отделам зеленых, диатомовых и синезеленых. Одно- и двувидовых семейств – 27, что составляет 52.9 % от их общего количества.

Ведущие по видовому богатству 9 родов объединяют 98 видов водорослей из отделов зеленых, диатомовых и синезеленых. Одно- и двувидовые роды составляют 80.5 % списка родов, на их долю приходится 41.2 % видового состава. Пропорции флоры 1.0 : 1.7 : 4.2 : 4.6. Родовая насыщенность 2.5. Вариабельность вида 1.1.

Результаты таксономического анализа альгофлоры проточных водоемов Центральной Якутии отражают ее широкое разнообразие и богатство. В фитопланктоне исследованных рек выявлено 738 таксонов водорослей, что составляет 74.9 % от общего состава альгофлоры проточных водоемов Якутии. Основным ее структурным звеном являются диатомовые водоросли – хорошие индикаторы качественного состава вод. Формируется и функционирует фитопланктон северных рек в специфических условиях высоких широт. Разнообразие природных ландшафтов обуславливает вариабельность его таксономического состава и количественного развития. Наиболее подвержены антропогенной нагрузке водные экосистемы р. Вилюй. Полученные результаты существенно расширяют представления о составе планктонных сообществ изученных водотоков. По результатам исследований список водорослей Якутии увеличился на 292 таксона.

ЛИТЕРАТУРА

- Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей – индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.
- Биология Вилюйского водохранилища. Новосибирск, 1979. 272 с.
- Васильева И.И. Анализ видового состава и динамики развития водорослей водоемов Якутии. Якутск, 1989. 48 с.
- Васильева И.И., Ремигайло П.А. Водоросли Вилюйского водохранилища ЯФ СО АН СССР. Якутск, 1982. 115 с.
- Водные пути бассейна Лены / Под ред. Р.С. Чалова. М., 1995. 600 с.
- Водоросли: Справочник / Под ред. С.П. Вассера. Киев, 1989. 608 с.
- Воробьева С.С. Фитопланктон водоемов Ангары. Новосибирск, 1995. 126 с.
- Табышев В.А. Видовой состав фитопланктона р. Лены в районе г. Якутска (Россия) // Альгология. 1998. Т. 8, № 3. С. 260–267.
- Табышев В.А. Водоросли планктона реки Лены в зоне влияния г. Якутска: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1999. 16 с.
- Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л., 1985. 165 с.
- Голлербах М.М., Полянский В.И. Пресноводные водоросли и их изучение. М., 1951. Вып. 1. 178 с.
- Ермолаев В.И. Фитопланктон р. Пясины (Западный Таймыр) // Новые данные о фитогеографии Сибири. Новосибирск, 1981. С. 16–29.

- Кожова О.М., Кобанова Г.И. Фитопланктон средней части р. Ангары в 1972 г. // Круговорот вещества и энергии в озерах и водохранилищах. Лиственничное-на-Байкале, 1973. С. 117–119.
- Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л., 1969. Т. I. 258 с.
- Макрушин А.В. Библиографический указатель по теме: Биологический анализ качества воды с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л., 1974. 53 с.
- Малышев Л.И., Пешкова Г.А. Особенности и генезис флоры Сибири (Предбайкалье и Забайкалье). Новосибирск, 1984. 264 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Л., 1981. 32 с.
- Науменко Ю.В. Структура фитопланктона Средней Оби // Бот. журн. 1985. Т. 70, № 10. С. 1381–1385.
- Ремигайло П.А. О “цветении” воды Вилюйского водохранилища // БНТИ. Якутск, 1976. С. 11.
- Ремигайло П.А., Габышев В.А. Особенности развития фитопланктона Средней Лены (Россия) // Альгология. 1999. Т. 9, № 2. С. 122–123.
- Ремигайло П.А., Габышев В.А. Таксономическая структура и видовое разнообразие фитопланктона верховьев реки Алдан // Сиб. экол. журн. 2001. Т. 8, № 4. С. 385–387.
- Ремигайло П.А., Габышев В.А., Габышева О.И. Фитопланктон и химический состав воды Средней Лены в зоне воздействия антропогенных факторов // Проблемы региональной экологии. 2010. № 2. С. 137–141.
- Ремигайло П.А., Соколова Л.С. Состав и распределение фитопланктона в верхнем течении реки Вилюй // Ботанические исследования в криолитозоне. Якутск, 1992. С. 22–29.
- Сафонова Т.А. Флора водорослей, ее особенности и роль в биологической продукции водоемов Сибири // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М., 1984. С. 108–117.
- Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. М., 1977. 185 с.
- Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М., 1979. 166 с.
- Харитонов В.Г. Диатомовые водоросли бассейна р. Анадырь (Чукотский автономный округ): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1981. 20 с.