

Высшая растительность озера Оптино

Л.М. Мерзвинский, В.П. Мартыненко, Ю.И. Высоцкий, Ю.Л. Становая
Учреждение образования «Витебский государственный университет
имени П.М. Машерова»

*В статье содержатся сведения о степени зарастания, продукции и продуктивности высшей растительности озера Оптино, расположенного на севере Белорусского Поозерья в республиканском ландшафтном заказнике «Синьша». Высшая растительность озера сформирована 14 растительными ассоциациями и занимает площадь, составляющую 22,2% от площади его водной поверхности. Растительность в озере размещается по фрагментарно постоянному типу. Хорошо прослеживается только полоса воздушно-водных растений, среди которой преобладают ассоциации *Phragmites australis*, и полоса широколистных рдестов, основным строителем которой является *Potamogeton lucens*. За вегетационный период растения оз. Оптино образуют 85 г/м² абсолютно сухого вещества, или 34 г/м² органического углерода. Благодаря более высокой продуктивности воздушно-водной растительности на нее приходится 60% от всего вещества, создаваемого в озере высшими растениями. Составлена электронная векторная карта прибрежно-водной растительности озера.*

Ключевые слова: озеро Оптино, ГИС технологии, электронная векторная карта, высшая водная растительность, макрофиты, ландшафтный заказник, ассоциация, продуктивность, продукция.

Upper vegetation of Lake Optino

L.M. Merzhvincki, V.P. Martynenko, Y.L. Stanovaya, Y.I. Vysotski
Educational establishment «Vitebsk State University named after P.M. Masherov»

*The article contains data on the degree of growth, product and productivity of the upper vegetation of Lake Optino which is located in the north of Belarusian Lake District (Poozerye) in the Republican Landscape Reserve of Synsha. The lake upper vegetation is made up by 14 vegetation associations and occupies the area of 22,2% of its aquatic area. The vegetation in the lake is located according to fragment and constant type. Only the strip of aero and aquatic plants is seen well, among which *Phragmites australis* associations prevail, and a strip of wide leave rhdests, the main builder of which is *Potamogeton lucens*. During the vegetation period plants of Lake Optino produce 85 g/m² of absolutely dry substance or 34 g/m² of organic carbon. Due to higher productivity of aero and aquatic vegetation it takes 60% of the whole substance which is produced in the lake by upper plants. An computer vector map of beach and aquatic vegetation of the lake is made up.*

Key words: Lake Optino, GIS technology, computer vector map, upper aquatic vegetation, macrophyth, landscape reserve, association, productivity, production.

Работа по изучению флоры и растительности водоемов республиканского ландшафтного заказника «Синьша» осуществляется в рамках выполнения задания 22 «Оценка современного состояния биоразнообразия и ресурсный потенциал Белорусского Поозерья как основа для его сохранения и рационального использования» ГПНИ «Природно-ресурсный потенциал» по подпрограмме 2 (Биоразнообразие, биоресурсы и экотехнологии). На основании полученных данных можно будет разрабатывать мероприятия по минимизации негативных воздействий антропогенных факторов и сохранению ландшафтного и биологического разнообразия данной территории, по рациональному природопользованию и развитию экотуризма.

Цель исследования – изучение флоры и высшей водной растительности озера Оптино. Для достижения цели были поставлены задачи: выявить характерные особенности высшей растительности озера и установить степень зарастания, определить годовую продукцию и продуктивность макрофитов, выявить популяции редких и охраняемых видов растений, составить электронную векторную карту водной растительности озера.

Материал и методы. Озеро Оптино находится на крайнем севере Белорусского Поозерья и входит в республиканский ландшафтный заказник «Синьша». Площадь озера 65 га. Максимальная глубина 6,1 м, средняя 3,8 м (рис. 1). Объем воды 2,46 млн м³. Минерализа-

ция воды 260 мг/л. Ph у поверхности воды 8,8, у дна 7,8. Прозрачность воды 1,9 м [1]. Котловина озера ложбинного типа и вытянута с севера на юг. Длина береговой линии 5,48 км. На западном берегу находится д. Заборье. Склоны котловины на западе высотой 8–15 м, на востоке более пологие и заросли древесно-кустарниковой растительностью. Глубины до 2 м занимают 20% площади озера. Прибрежный литоральный склон песчаный, глубже сапропель. На озере расположены 7 островов общей площадью 3 га. В озеро впадают 2 ручья, вытекает один, который соединяет его с оз. Волобо [1–2]. По комплексу признаков оз. Оптино является водоемом эвтрофного типа.

Высшая растительность озера обследована по общепринятой методике В.М. Катанской [3]. Для изучения растительности оз. Оптино использована весельная лодка. В специальные бланки для описания водной растительности вносили площадь изученного фитоценоза, глубину воды, особенности грунта, а также высоту растений, их ярус, величину обилия и степень проективного покрытия. На последней странице бланка выполняли схематическую зарисовку фитоценоза и отмечали смежные фитоценозы, потом составляли общую схему зарастания (рис. 2). Продуктивность ассоциаций определяли путем взятия проб растительности фитоценозов с площади 1, 4 и 9 м². В табл. заносили сведения о площади каждой растительной ассоциации, ее продуктивности и продукции. Суммируя продукцию отдельных ассоциаций, подсчитывали общую продукцию высшей растительности озера и продуктивность растительности в расчете на м².

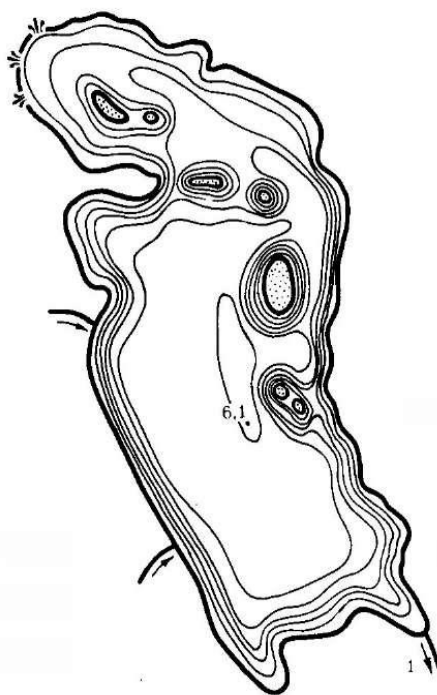
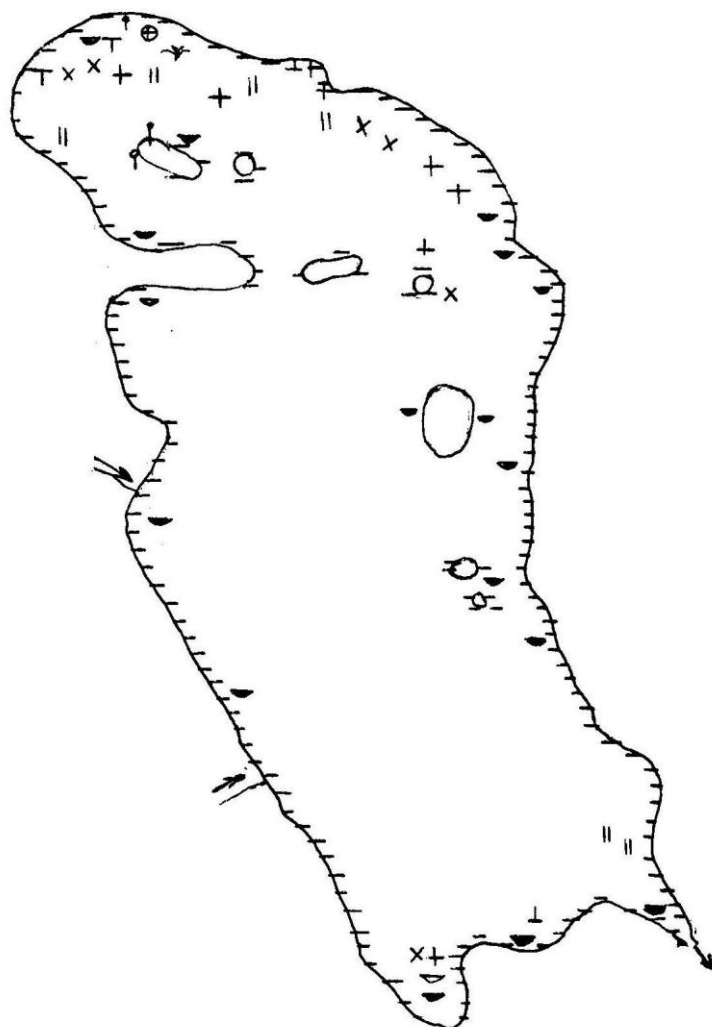


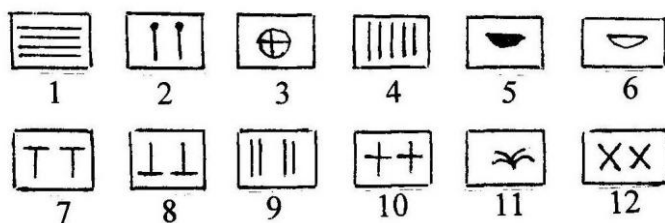
Рис. 1. Батиметрическая схема озера Оптино по [4].

Обследование проводили в начале августа 2011 г. – время максимального развития макрофитов. При обследовании озер заказника нами были использованы ГИС технологии для фиксирования и интерпретации данных полевых наблюдений. Маршрут обследования водоема записывался прибором спутниковой навигации *GPSmap60CSx GARMIN*. Границы обнаруженных растительных ассоциаций заносились в память *GPS*-навигатора как путевые точки с точными географическими координатами. Впоследствии данные с *GPS*-навигатора передавались в специальную программу *OziExplorer 3.95.4m*. Эта программа переносит *GPS*-координаты путевых точек и точек трека (запись пройденного пути) на топографическую карту и сохраняет их в отдельные файлы (рис. 3–4). Эти файлы (путевых

точек *WPT, трека*PLT) из *OziExplorer* экспортируются в текстовый или формат *ESRI-shape*, доступный для ГИС программ. Далее шейп-файлы импортируются в ГИС программу, в которой на их основе нами создаются точечные объекты, полилинии или полигоны для пространственного расположения описанных растительных ассоциаций.



Условные обозначения



1 – тростник обыкновенный, 2 – рогоз широколистный, 3 – ежеголовник прямой, 4 – схеноплектус озерный, 5 – кубышка желтая, 6 – кувшинка чистобелая, 7 – рдест плавающий, 8 – рдест пронзеннолистный, 9 – рдест блестящий, 10 – роголистник погруженный, 11 – телорез алоэвидный, 12 – харовая водоросль

Рис. 2. Схема зарастания оз. Оптино.

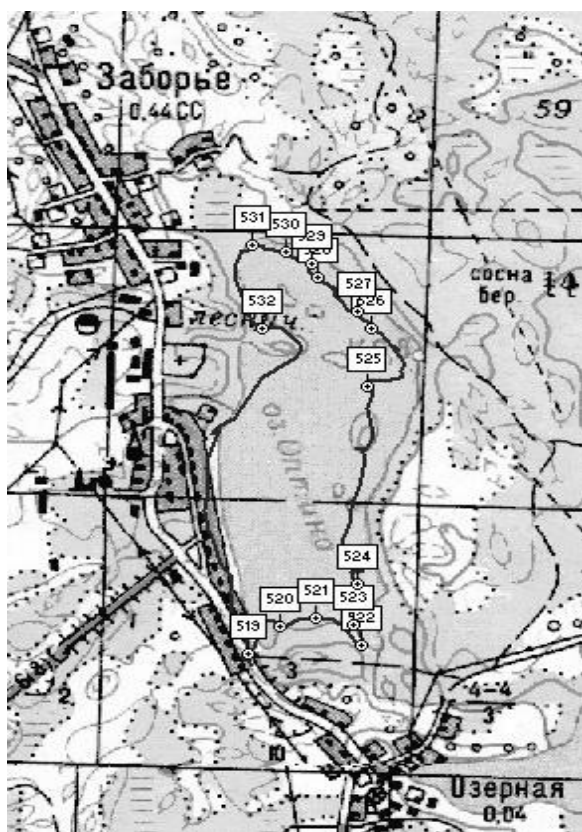


Рис. 3. Точки GPS и маршрут обследования озера, отображенные на топографической карте.



Рис. 4. Северная часть озера с точками GPS на границах растительных ассоциаций, отображенных на карте, на основе спутникового снимка.

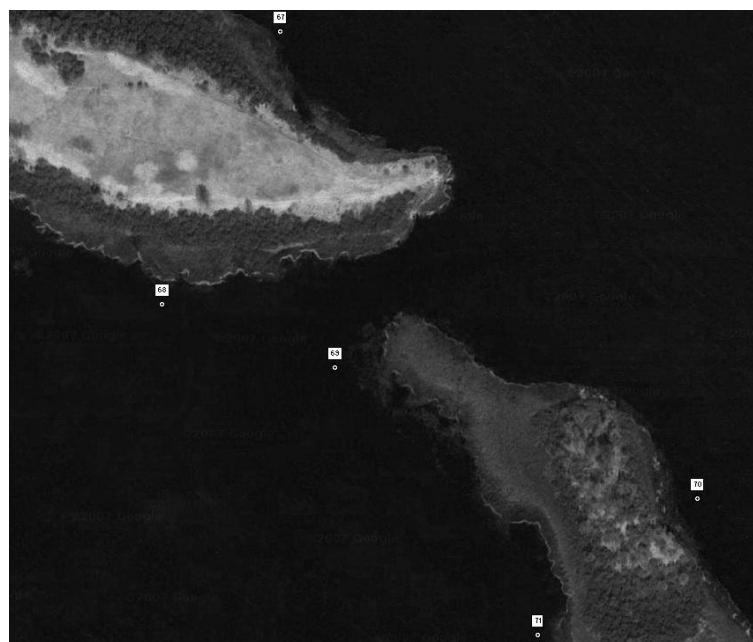


Рис. 5. Спутниковый снимок высокого разрешения с точками GPS на границах растительных ассоциаций, на основе которого составлялась карта водной растительности.

Впоследствии с использованием ГИС «Панорама» («Карта 2008») было проведено картографирование прибрежно-водной растительности озера. На основе векторной топографической карты создана пользовательская карта «Ландшафтный заказник “Синьша”» путем копирования слоев: гидрография, дорожная сеть, населенные пункты. На пользовательскую карту импортированы шейп файлы данных GPS из *OziExplorer*. На векторную карту добавлен растр: космический снимок высокого разрешения с геопортала «Роскосмос». На снимке (рис. 5 (увеличенный фрагмент на рис. 4) хорошо прослеживаются границы водной растительности. На основе этого космоснимка с использованием путевых точек на границах различных растительных ассоциаций средствами ГИС составлена электронная картосхема зарастания оз. Оптино. Также составлена электронная векторная карта прибрежно-водной растительности озера (рис. 6).

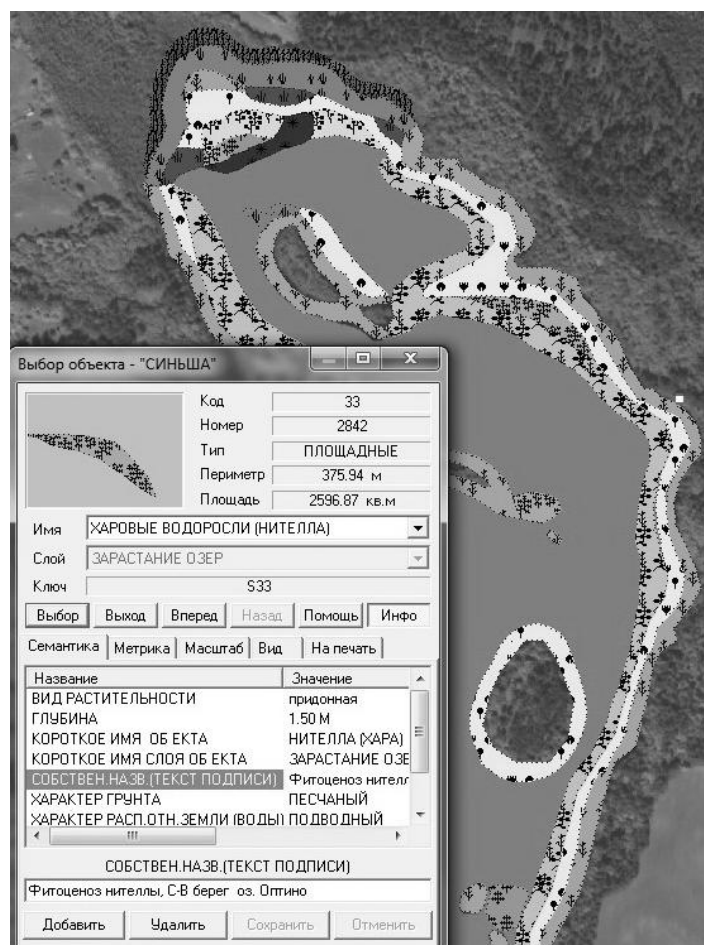


Рис. 6. Фрагмент электронной векторной карты водной растительности с открытым запросом к базе данных ГИС по фитоценозу нителлы.

ГИС «Панорама» располагает очень удобным встроенным модулем для создания пользовательских условных знаков любого типа путем редактирования электронного классификатора карты. Для отображения на электронных векторных картосхемах и картах зарастания озер локализации растительных ассоциаций и их пространственного расположения на акватории водоема Ю.И. Высоцким была разработана авторская система условных знаков (рис. 7–8) [5].

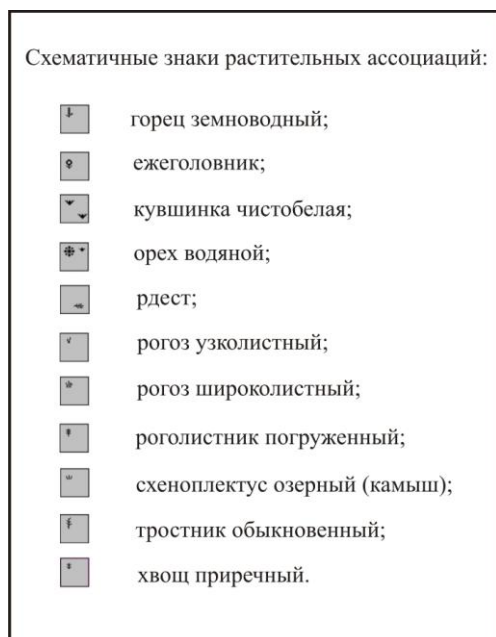


Рис. 7. Условные знаки растительных ассоциаций картосхемы зарастания оз. Оптино.



Рис. 8. Условные знаки растительных ассоциаций карты прибрежно-водной растительности.

Разработанные условные знаки представляют отдельную динамическую библиотеку графических примитивов, внесенных в базу данных ГИС. Условные знаки посредством СУБД отображают на карте и схеме отдельные и смешанные растительные ассоциации, их локализацию с геопространственной привязкой на основе GPS координат.

Геопространственная привязка растительных ассоциаций делает их отдельными объектами базы данных ГИС. Математический аппарат ГИС позволяет сделать мгновенные расчеты покрытия водного зеркала разными растениями (площадь и периметр ассоциации, общая площадь под ассоциациями одного типа). Специальное приложение ГИС «Расчеты по карте» делает и ряд других вычислений на электронной карте: длина ассоциации вдоль береговой линии, наибольшая и наименьшая ширина полосы зарастания видом, общая площадь под растительными ассоциациями, площадь свободного водного зеркала и т.д.

Результаты и их обсуждение. Для высшей растительности озера характерен фрагментарно-поясной тип зарастания. В озере четко прослеживаются полоса воздушно-водной растительности и полоса широколистных рдестов. Растительность полос с плавающими на поверхности воды листьями, водных мхов и харовых водорослей представлена в озере фрагментарно.

Впервые в оз. Оптино нами обнаружен водяной орех (*Trapa natans* L.) (08.08.12 г. 55°54'03,38''N, 29°23'51,78''E). Несколько десятков розеток с плодами. Локалитет носит, скорее всего, заносный характер (озеро не соединено протоками с другими водоемами, где орех есть, растет у самого берега, рядом шоссе и туристическая стоянка).

Основным строителем полосы воздушно-водной растительности является тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin ex Steud.). В ее формировании принимают участие также рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.), ежеголовник прямой (*Sparganium erectum* L.), схеноплектус озерный (*Schoenoplectus lacustris* L.), хвощ приречный (*Equisetum fluviatile* L.). Преобладает грунт песок, в северной части озера – ил.

Фитоценозы тростника, формирующие ассоциацию (*Phragmites australis* – ass.), произрастают почти по всей длине береговой линии озера и вокруг островов, за исключением самого крупного из них, что у восточного побережья. Вокруг него воздушно-водная расти-

тельность вообще отсутствует (рис. 2). Ширина зарослей колеблется от уреза воды до 10 м, редко – 20 м, а в среднем составляет 6 м. Высота растений колеблется от 180 до 250 см. Обилие тростника равно 3 баллам, проективное покрытие – 30%. У западного побережья заросли тростника почти чистые. В других участках водоема в них внедряются кубышка желтая (*Nuphar lutea* (L.) Smith), кувшинка чистобелая (*Nymphae candida* J. et. C. Presl), водокрас лягушачий (*Hydrocharis morsus – ranae* L.), обилие которых от 1 до 2 баллов.

В литоральной зоне северо-восточной части водоема отмечена ассоциация тростника обыкновенного со схеноплектусом озерным (*Phragmites australis* + *Schoenoplectus lacustris* – ass.). Ширина зарослей до 7 м. Обилие тростника 4 балла, проективное покрытие 60%. Обилие и проективное покрытие схеноплектуса озерного 3 балла и 30% соответственно.

Характерной для растительности озера является ассоциация тростника обыкновенного с кубышкой желтой (*Phragmites australis* – *Nuphar lutea* – ass.). Фитоценозы тростника с кубышкой желтой наиболее обычны для восточного побережья озера (рис. 2). Ширина зарослей всего 3 м и простираются они с глубины 1,5 до 2,3 м. Грунт песок. Обилие тростника в фитоценозах колеблется от 3 до 5 баллов, проективное покрытие – 40–70%. Обилие и проективное покрытие кубышки желтой 3 балла и 20–30% соответственно.

Ассоциация рогоза широколистного (*Tupha latiaolia* – ass.) представлена всего 2 фитоценозами в северной части водоема – у берега и ближнего к нему острова (рис. 2). Обилие рогоза широколистного 3 балла, проективное покрытие 50%. Высота растений 250 см. Единично в ассоциации отмечены кубышка желтая и водокрас лягушачий. Грунт ил.

В северо-восточной части озера отмечена ассоциация ежеголовника прямого (*Sparganium erectum* – ass.). Обилие ежеголовника 4 балла, проективное покрытие 60%. Высота растений 100 см, грунт заиленный песок.

Фрагменты полосы растений с плавающими листьями формируют кубышка желтая, кувшинка чистобелая, рдест плавающий (*Potamogeton natans* L.).

Среди растительности с плавающими листьями преобладает ассоциация кубышки желтой (*Nuphar lutea* – ass.). Ее фитоценозы произрастают в заливах и заводях озера и в литоральной зоне восточного, реже западного побережий озера. Ассоциация приурочена к глубинам 1,5–2,3 м. Ближе к берегу сменяется совместными фитоценозами с тростником обыкновенным. Обилие кубышки желтой колеблется от 2 до 4 баллов, проективное покрытие – от 30 до 80%. В ее фитоценозах чаще других растений встречается тростник обыкновенный, изредка мох фонтиналис противопожарный (*Fontinalis antipyretica* (L.) Hedw.).

В заливе юго-западного побережья озера отмечена ассоциация кубышки желтой с кувшинкой чистобелой (*Nuphar lutea* + *Nymphae candida* – ass.). Глубина 2 м. Грунт заиленный песок. Обилие кубышки желтой 3 балла, проективное покрытие 25%. Обилие и величина проективного покрытия кувшинки чистобелой соответственно 2 балла и 20%. Среди их зарослей встречается схеноплектус озерный.

В литоральной зоне северного побережья произрастает ассоциация рдеста плавающего (*Potamogeton natans* – ass.). Глубина 2 м. Грунт ил. Обилие рдеста плавающего 4 балла, проективное покрытие 70%. В ассоциации присутствует кубышка желтая, обилие которой 2 балла, а проективное покрытие 20%. Ближе к берегу ассоциация сменяется фитоценозами тростника обыкновенного и рогоза широколистного.

Строителями полосы широколистных рдестов являются рдесты блестящий (*Potamogeton lucens* L.), пронзеннолистный (*P. perfoliatus* L.), роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.), телорез алоэвидный (*Stratiotes aloides* L.).

Фитоценозы, относящиеся к ассоциации рдеста блестящего (*Potamogeton lucens* – ass.), приурочены к северной заиленной части водоема и к литоральной зоне юго-восточного побережья (рис. 2). Глубина 2–2,5 м. Грунт заиленный песок. Обилие рдеста блестящего редко превышает 3 балла, проективное покрытие составляет 25%. В его ассоциации отмечены роголистник погруженный, элодея канадская (*Elodea canadensis* Michx.).

Фитоценозы, формирующие ассоциацию рдеста пронзеннолистного (*Potamogeton perfoliatus* – ass.), отмечены в заливах северной и южной частей водоема. Глубина 2 м. Грунт заиленный песок. Обилие рдеста пронзеннолистного составляет 3 балла, проективное покрытие 25%. Среди его зарослей встречается роголистник погруженный, обилие которого достигает 2 баллов.

Ассоциация роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum* – ass.) представлена фитоценозами, произрастающими в литоральной зоне северо-восточной части водоема и в заливе юго-западного побережья (рис. 2). Обилие роголистника в фитоценозах колеблется от 4 до 6 баллов, а проективное покрытие – от 70 до 100%. В ассоциации встречается харовая водоросль *Nitella* sp., обилие которой 2 балла.

Для литоральной зоны северо-восточной части водоема характерна ассоциация роголистника погруженного с кубышкой желтой и рдестом блестящим (*Ceratophyllum demersum* – *Nuphar lutea* – *Potamogeton lucens* – ass.). Величина обилия рдеста блестящего и кубышки желтой составляет по 2 балла, проективное покрытие по 15%, роголистника погруженного – 3 балла и 40% соответственно.

Ассоциация телореза алоэвидного (*Stratiotes aloides* – ass.) представлена фитоценозами, произрастающими в северной и южной частях водоема. Глубина 2–2,5 м. Грунт ил. Обилие телореза алоэвидного равно 6 баллам, проективное покрытие – 100%. Единично в ассоциации отмечен шелковник жестколистный (*Batrachium circinatum* (Sibth.) Spach).

Фрагменты полосы водных мхов и харовых водорослей представлены ассоциацией харовой водоросли (*Nitella* sp. – ass.). Ее фитоценозы произрастают в заливах юго-западного и северо-западного частей водоема, а также у острова северо-восточного побережья озера. Глубина 1,5–2,5 м. Грунт песок, заиленный песок. Величина обилия нителлы 5–6 баллов, проективное покрытие 80–100%. В ассоциации встречены роголистник погруженный, рдесты блестящий и сплюснутый (*Potamogeton compressus* L.), обилие которых достигает 2 баллов.

Заключение. Высшая растительность в оз. Оптино распространена на площади 14,55 га, что составляет 22,2% от акватории водоема. Наибольшую площадь в озере занимает растительность полосы широколистных рдестов – 8,5 га, или 59,6%. Воздушно-водная растительность распространена на площади 3,8 га (табл.), или 26,3%. На фрагменты полос водных мхов и харовых водорослей и растений с плавающими листьями приходится соответственно 1,5 и 0,6 га, что равно 10 и 4,1%.

За вегетационный период высшая растительность оз. Оптино образует 55,47 т абсолютно сухого вещества или 85 г/м². В расчете на органический углерод по И.М. Распопову [4] это равно 34 г/м². Воздушно-водная растительность, благодаря более высокой продуктивности ассоциаций (табл.), образует 33,85 т вещества, или 60% от всей продукции. На растительность полосы широколистных рдестов приходится 17,2 т абсолютно сухого вещества, что составляет 32,6%. Растительность фрагментов полос с плавающими листьями и харовых водорослей образует соответственно 2,5 и 5,6% вещества.

Сравнение степени зарастания и продуктивности с ранее изученными нами озерами этой группы из республиканского ландшафтного заказника «Синьша» свидетельствует о том, что вышеуказанные показатели оз. Оптино близки к оз. Пролюбно [6]. В отличие от других озер заказника, на берегах которых отсутствуют населенные пункты, оз. Оптино испытывает умеренную степень эвтрофирования со стороны д. Заборье, расположенной на западном берегу озера.

Впервые в оз. Оптино нами обнаружен водяной орех (*Trapa natans* L.).

**Площадь ассоциаций, их продуктивность и продукция
высшей растительности озера Оптино**

	Ассоциация	Площадь, га	Продук- тивность, г/м ²	Общая про- дукция, т
1.	<i>Phragmites australis</i>	3,0	850	25,5
2.	<i>Phragmites australis</i> + <i>Schoenoplectus lacustris</i>	0,4	1020	4,08
3.	<i>Phragmites australis</i> – <i>Nuphar lutea</i>	0,3	840	2,52
4.	<i>Typha latifolia</i>	0,1	750	0,75
5.	<i>Sparganium erectum</i>	0,1	650	0,650
6.	<i>Nuphar lutea</i>	0,5	200	1,0
7.	<i>Nuphar lutea</i> + <i>Nymphae candida</i>	0,1	230	0,23
8.	<i>Potamogeton natans</i>	0,05	150	0,075
9.	<i>Potamogeton lucens</i>	6,5	140	9,1
10.	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0,5	155	0,78
11.	<i>Ceratophyllum demersum</i>	0,7	650	4,55
12.	<i>Ceratophyllum demersum</i> – <i>Nuphar lutea</i> – <i>Potamogeton lucens</i>	0,3	180	0,54
13.	<i>Stratiotes aloides</i>	0,5	450	2,25
14.	<i>Nitella sp.</i>	1,5	210	3,1
	Всего	14,55		55,47

ЛИТЕРАТУРА

1. Блакітная кніга Беларусі. Энцыклапедыя. – Мінск, 1994. – С. 128.
2. Энцыклапедыя прыроды Беларусі: у 5 т. – Мінск, 1985. – Т. 4. – 251 с.
3. Катанская, В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения / В.М. Катанская. – Л., 1981. – 186 с.
4. Распопов, И.М. Высшая водная растительность больших озер Северо-Запада СССР / И.М. Распопов. – Л., 1985. – 196 с.
5. Мержвинский, Л.М. Высшая водная растительность озера Островцы / Л.М. Мержвинский, В.П. Мартыненко, Ю.И. Высоцкий, Ю.Л. Становая // Весн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2011. – № 2(62). – С. 75–81.
6. Мержвинский, Л.М. Высшая растительность озера Пролобно / Л.М. Мержвинский, В.П. Мартыненко, Ю.И. Высоцкий, Ю.Л. Становая // Весн. Віцебск. дзярж. ун-та. – 2011. – № 5(65). – С. 34–39.

Поступила в редакцию 22.01.2013. Принята в печать 20.02.2013

Адрес для корреспонденции: e-mail: leonardm@tut.by – Мержвинский Л.М.