

Владимирская область
Управление образования администрации о. Муром
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение
«Гимназия №6»

**ИЗУЧЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ
ПОЛУШНИКА ОЗЕРНОГО (ISOETES LACUSTRIS)
В ОЗЕРАХ ШИРОХА И ВАСИЛЬЕВСКОЕ
(МЕЛЕНКОВСКИЙ РАЙОН
ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Автор: Моголкин Александр
учащийся 9 класса
Руководитель: Мирошник Ольга Станиславовна,
учитель биологии МБОУ «Гимназия №6»**

2019 год

Содержание

Введение	3
1. Обзор литературы	4
1.1. Особенности строения и произрастания Полушника озерного	4
1.2. Описание ООПТ – озеро Широха	5
1.3. Описание ООПТ - озеро Васильевское	5
2. Материалы и методика	6
2.1 Методика проведения исследований	6
2.2 Определение плотности популяции	6
2.3 Коэффициент корреляции	6
2.4 Морфологические измерения полушника озерного	7
3. Результаты исследования.	7
3.1. Изучение особенностей распространения популяций полушника озерного (<i>Isoetes Lacustris</i>) в озерах Широха и Васильевское	7
3.2. Изучение плотности популяции на площадках	8
3.3. Морфологические измерения полушника озерного	9
3.3.1 Вычисление среднего количества листьев	11
3.3.2 Вычисление средней длины максимального листа	12
3.3.3 Определение зависимости количества листьев от длины максимального листа	13
3.3.4 Сравнение результатов морфологических описаний состояния популяции полушника озерного в озере Широха в 2018 и 2019 годах	15
3.3.5 Изучение репродуктивной способности полушника озерного	15
4. Выводы	17
5. Заключение	17
Список литературы	18
Приложения	19

Введение

Сохранение биоразнообразия – главнейшая задача современности. Редкие виды – наиболее уязвимая его часть. Исчезновение каждого вида растений рассматривается как катастрофическая и невозполнимая потеря.

Актуальной задачей является и совершенствование сети особо охраняемых природных территорий области, выявление и взятие под охрану мест произрастания редких растений.

Одним из таких растений является Полушник озерный (*Isoetes Lacustris*), реликтовый вид. Во Владимирской области известно лишь одно местонахождение – озера Широха и Васильевское Меленковского района. Изучение реликтов в составе современной флоры дает ценные сведения для понимания генезиса флоры, растительности и целых природных сообществ в условиях меняющихся параметров окружающей среды.

В 2018 году проводилась работа по изучению популяции полушника озерного в озере Широха. В 2019 году работа была продолжена: найдена популяция данного растения в озере Васильевское, выполнен сравнительный анализ популяций полушника озерного в озерах Широха и Васильевское, проведен мониторинг состояния популяции полушника озерного в озере Широха.

Цель: исследовать и сравнить состояние популяций полушника озерного (*Isoetes lacustris*) в озере Широха и Васильевское Меленковского района Владимирской области.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие **задачи:**

1. Подобрать и адаптировать существующие методики исследования биологии и экологии популяций редких видов растений.
2. Выполнить морфометрические измерения, определить плотность популяции Полушника озерного (*Isoetes Lacustris*) на разных глубинах.
3. Определить количество листьев и длину максимального листа. Выявить наличие или отсутствие зависимости этих признаков от глубины водоема.
4. Проанализировать возрастной характер популяций Полушника озерного.
5. Сделать сравнительное заключение о нынешнем состоянии популяций Полушник озерный (*Isoetes Lacustris*)

Работа проводилась с 9 по 12 июля 2018 года и 2 по 5 июля 2019 года в ходе городской экологической экспедиции школьников.

Объект изучения: озера Меленковского района – памятники природы регионального значения – озера Широха, Васильевское.

Предмет изучения: состояние популяций полушника озёрного.

Гипотеза: если состояние популяций полушника озерного находится в стабильном или процветающем состоянии, то можно говорить о чистоте воды озер.

Практическая значимость.

Результаты исследований могут быть востребованы для дальнейшей инвентаризации флоры водорослей озер Владимирской области. Полученные значения показателей оценки морфологического состояния полушника дают возможность прогноза изменений экосистем водоемов и выработки соответствующих рекомендаций по их охране и рациональному использованию.

1. Обзор литературы

1.1. Особенности строения и произрастания Полушника озерного.

Внешне это одно из древнейших на Земле споровых растений, ничем не отличается от обычной травы, только растёт не на суше, а под водой — на прибрежных мелководьях чистых и прозрачных озёр, где на глубинах от 40 до 250 см на песчаном дне образует заросли — настоящие «подводные луга». Полушник (*Isoetes lacustris*) не переносит обогащённых органикой водоёмов, а предпочитает чистые, минеральные с прозрачной водой. Его расположенные по спирали шиловидные жёсткие листья имеют крупные клетки с заполненными воздухом межклеточными пространствами.

У основания листья расширены и вздуты. Здесь находятся органы размножения полушника — спорангии. Полушник разноспоровое растение. На наружных листьях образуются макроспорангии с крупными спорами, на внутренних — микроспорангии с мелкими спорами. От центра укороченного клубневидного стебля, закреплённого в грунте пучком тонких корешков, отходят вегетативные (бесплодные) листья, на больших глубинах достигающие длины 30 см.

Внешний облик растения остаётся неизменным в течение всего года. Осенью листья с созревшими спорангиями опадают и остаются только вегетативные. На следующий год на наружных вегетативных листьях вновь образуются макроспорангии, на внутренних — микроспорангии, а в центре стебля снова отрастают вегетативные листья.

Предками полушников были болотные растения, которые в процессе эволюции растительного мира оказались почти повсеместно вытесненными из болотных растительных сообществ более прогрессивными видами в воду олиготрофных слабокислых озёр или на дно пересыхающих водоёмов.

Это растение имеет большое научное значение для познания сложных процессов эволюции растительного мира. Оно может служить также и индикатором чистоты и прозрачности озёр.

Для более надёжного сохранения этого редчайшего реликтового растения необходимы организация заказников во всех других выявленных местах его произрастания и разработка мероприятий, предотвращающих изменение экологического режима и загрязнение водоёмов и устраняющих чрезмерные рекреационные нагрузки на них, запрет ловли рыбы сетями, использования моторных лодок и других технических средств, наносящих ущерб зарослям полушника.¹

¹Губанов И. А. и др. *Isoetes lacustris* L. — Полушник озёрный // Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. — М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл, 2002. — Т. 1. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). — С. 115.

1.2. Описание ООПТ – озеро Широха

Название памятника: озеро Широха (существуют и другие названия озера – Шириха, Шериха, Шерха).

Объявлен постановлением (решением): Исполнительного комитета Владимирского областного Совета народных депутатов «О признании природных объектов государственными памятниками природы и об охране редких исчезающих растений и животных в области от 01.12.1980 г. №1181/23».

Адрес (местонахождение): Владимирская область, Меленковский район; в 2 км северо-восточнее д. Двоезеры администрации Илькинского сельского округа, в 65 и 66 кв. Илькинского лесничества, Меленковского района.

Значение ООПТ: А. Региональное; Б. 1. Научное. 2. Охрана места произрастания полушника озерного. 3. Рекреационное. 4. Эстетическое.

Краткое описание ООПТ: Озеро ледникового происхождения. Расположено в заметном понижении рельефа, склоны долины озера пологие, местами отлогие. Грунты берегов и дна песчаные. Озеро – мезотрофное. С западной стороны озера проходит лесная грунтовая дорога, с южной и восточной – грунтовые дорожки и тропинки. Озеро расположено в сосновом бору. Местами берега заболочены. Озеро закрытое: восточный берег порос дубом, встречаются осины и рябины, на южном берегу их вытесняют сосна и береза.

Акватория озера на 3-5% поросла надводной растительностью (осока острая, сабельник болотный, тростник), на 1-3% - плавающими растениями (кубышка желтая), менее 10% покрыто погруженными макрофитами (полушник озерный).

Угрожающие факторы: В последнее время отмечается массовое посещение озера отдыхающими, проезд и стоянка большого количества авто- и мототранспорта и, как следствие этого, наблюдается сильное засорение и захламливание берегов озера.²

1.3. Описание ООПТ - озеро Васильевское

Название памятника: озеро «Васильевское» или «Васильево».

Объявлен постановлением (решением): Исполнительного комитета Владимирского областного Совета народных депутатов «Об организации в области ботанических заказников, признании памятниками природы участков лесных массивов, водных объектов и передаче их под охрану» № 1181/23 от 1.12.80 г.

Адрес (местонахождение): Владимирская область, Меленковский район; на западной окраине д. Двоезеры администрации Илькинского сельского округа, 88 квартала Илькинского лесничества.

Значение ООПТ: А. Региональное; Б. 1. Научное. 2. Рекреационное. 3. Эстетическое. 4. Рыбопромысловое. 5. Источник воды.

Краткое описание ООПТ. Озеро имеет угловато-округлую форму, эвтрофное, расположено среди ровной песчаной местности. Берега пологие,

²Паспорт на особо охраняемые природные территории Владимирской области. Государственный памятник природы регионального значения. Озеро Широха Меленковского района.

низкие, высотой около 0,5 м местами кочкарниковые. Озеро закрытое на 95 %, береговая полоса поросла сосновым бором и ивняками. Со стороны д. Двоезеры растительность пустотная. Грунты берегов и дна песчаные. Максимальная глубина озера 6 м, преобладающая — 2 м.

Акватория озера на 5 - 10 % покрыта надводной растительностью (тростник, рогоз широколистный, сабельник, белокрыльник, частуха подорожниковая и др.), на 1 - 3 % - плавающей (горец земноводный, кубышка, кувшинка, рдест плавающий, ряска), на 1 % - погруженной растительностью - элодея канадская.

Угрожающие факторы. Туризм (много поврежденных туристами сосен), сосны подсочены. Браконьерство.³

2. Материалы и методика

2.1. Методика проведения исследований

Изучение полушника озерного (*Isoetes Lacustris*) проводили маршрутным методом, методом пробных площадок. Один из основных методов сбора данных – метод пробных площадок (метод квадратов). Сущность метода заключается в том, что пробы для изучения берутся в наиболее типичных местах описываемой растительности с 0,25 до 1,0 м². Для ограничения пробной площадки используется квадратная или прямоугольная рамка. Рамка представляет собой квадрат 1 м x 1 м, разбитая на сектора по 10 см² (Приложение б).

На пробных площадках размером 10 000 см² проводился анализ популяции полушника. Для образцов, которые отбирались измерялась глубина, на которой произрастал полушник, количество листьев и длина максимального листа на каждом экземпляре. Результаты заносились в таблицу.

2.2. Определение плотности популяции

В ходе исследований следует обязательно вести учет плотности ценопопуляции, т.е. числа особей редкого вида на единице площади (1 м²). Сравнивать можно только данные, получаемые на одинаковых по величине площадках.

2.3. Коэффициент корреляции.

Корреляция (корреляционная зависимость) - статистическая взаимосвязь двух или нескольких случайных величин.

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена - это непараметрический метод, который используется с целью статистического изучения связи между явлениями.

Вычисляется коэффициент корреляции рангов по формуле:
$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

где n - количество ранжируемых признаков; D - разность между рангами по двум переменным; $\sum d^2$ - сумма квадратов разностей рангов.

Значения коэффициента равные 0,3 и менее, показатели слабой тесноты связи; значения более 0,4, но менее 0,7 - показатели умеренной тесноты связи, а значения 0,7 и более - показатели высокой тесноты связи.

³Паспорт на особо охраняемые природные территории Владимирской области. Государственный памятник природы регионального значения. Озеро Васильевское Меленковского района.

2.4. Морфологические измерения полушника озерного

При изучении популяции по морфометрическим показателям вычисляются средние размеры длины листа полушника и среднее количество листьев по формуле: $M = \Sigma x / N$, где M среднее арифметическое ряда, характеризует среднюю величину членов ряда, Σx - сумма значений всех членов ряда, N - число членов ряда.

3. Результаты исследования.

3.1. Изучение особенностей распространения популяций полушника озерного (*Isoetes Lacustris*) в озерах Широха и Васильевское

Обобщенные данные характеристик исследуемых озер и распределение популяций полушника представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика исследуемых ледниковых озер, расположенных в Меленковском районе

Показатели	Название озер	
	Широха	Васильевское
Площадь, га	18,3	13,5
Глубина, м	6,0; обмеление	6,0; (2,0)
Берега	пологие, легко доступные, с востока заболоченные	h= 0,5; пологие, низкие, кочкарниковые
Грунты берега, дна	пески, заиленные пески	песчаные
Цвет воды	слабо-зеленоватый	слабо-желтоватая, прозрачная
Прозрачность, м	2,8	2,8
Кислотность, рН	6,4	6,0
Экологический тип водоема	переходный от олиготрофного к β -мезотрофному	эвтрофное
Угрожающие факторы	рекреация, туризм, автотранспорт	браконьерство, подсочка сосен, туризм
Распределение популяций полушника	Самая большая по протяженности популяция протянулась полосой шириной более 2 метров от кромки воды с северной части, через восточную до южной. Еще одна популяция полушника находится в северо-восточной части острова, расположенного в середине озера.	Самая большая по протяженности популяция протянулась небольшой полосой шириной более 2 метров от кромки воды в восточной части. Еще одна популяция полушника находится в западной части озера, и еще одна небольшая на юго-западе.

3.2. Изучение плотности популяции на площадках.

Всего на озере Широха было заложено 6 площадок размером 1,0 м² на глубине 90 см, 10,5 см, 70 см, 40-60 см, 9 см, 65 см, 55-70 см и 90 см, места взятия проб отмечены на карте (Приложение 2).

Результаты измерений заносились в таблицы (Приложение 7).

Всего на озере Васильевское было заложено 3 площадки по несколько проб размером 1,0 м² на глубине 10 см, 50 см, 100 см. Места взятия проб отмечены на карте (Приложение 3). Результаты измерений заносились в таблицы (Приложение 9).

Плотность популяции полушника в разных точках была неодинаковой, данные измерений и вычислений занесены в таблицы (Приложение 10):

Из диаграммы (рис. 1) видно, что наибольшая плотность популяции полушника озерного наблюдается на глубине 70-90 см (площадка 1, площадка 2 (II), площадка 6), а наименьшая на глубине 9-10,5 см (площадки 2 (I) и 4 (I)).

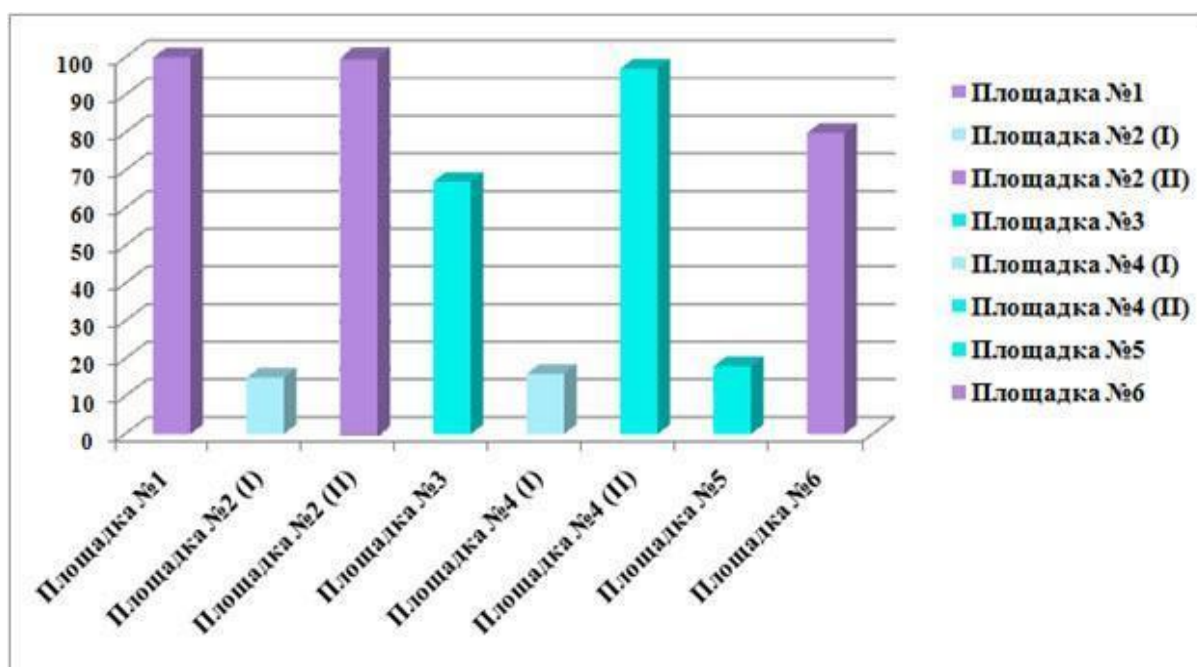


Рис. 1 Диаграмма плотности популяций на различных площадках (о. Широха)

Таким образом, можно говорить о влиянии глубины на количество особей. Чем больше глубина, тем больше растений встречается на площадке.

Это может быть обусловлено изменением уровня воды в озере. Линия уреза воды меняется в зависимости от гидрологических сезонных особенностей, так в 2012 году полушник можно было встретить в массе на берегу на расстоянии 2-х метров от кромки воды. В этом же году весь полушник находится под слоем воды и на берегу не встречается. Таким образом, глубинное сообщество полушника является более устойчивым, а растения на глубине до 1 м находятся в зоне экологического стресса, испытывая колебания абиотических факторов (вода, температура). Колебание морфологических параметров, численность популяции полушника на мелководье может быть вызвана промерзанием воды и почвы. Водные представители рода обитают чаще всего на дне олиготрофных

озер со слабокислой и часто ультрапресной, очень прозрачной водой (горные озера и ледниковые озера в горах и на равнинах в районах распространения силикатных пород или выщелоченных песков). Условия для роста большинства водных растений в таких озерах из-за недостатка углекислого газа и питательных минеральных веществ, а часто и вследствие значительной крутизны берегов неблагоприятны. Поэтому полушник, не встречая конкуренции, нередко образует на дне водоемов сплошные «вечнозеленые» заросли, идущие на глубину до 3 м. Второй причиной зависимости плотности популяции от глубины водоема может являться антропогенный фактор - механическое вытаптывание. На незначительной глубине вытаптывание более интенсивное. Особенно в местах массового купания.

Из диаграммы (рис. 2) видно, что наибольшая плотность популяции полушника озерного наблюдается на площадках 1.2 и 3 на глубине 100 см и на площадке 2.1 на глубине 50 см, а наименьшая на площадке 2.2 на глубине 100 см. На глубине 10 см полушник в озере Васильевское не встречается.

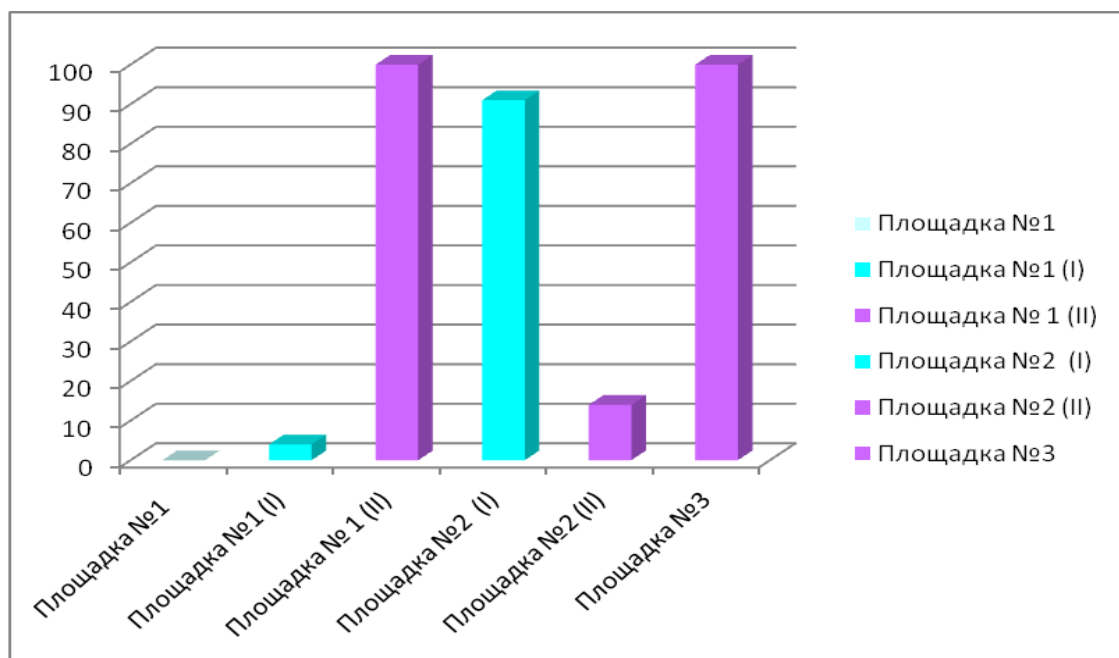


Рис. 2 Диаграмма плотности популяций на различных площадках (о. Васильевское)

Такое отличие данных по озеру Васильевскому по сравнению с озером Широха можно объяснить различным филогенезом популяции полушника в этих озерах, характером экологических условий прибрежной зоны. Общим для популяций остается низкая плотность популяций на небольшой глубине, что связано с высокой чувствительностью растения к вытаптыванию.

3.3. Морфологические измерения полушника озерного

При изучении популяции по морфометрическим показателям с 6 площадок вычислялись средние размеры длины листа полушника и среднее количество листьев. Сводные данные представлены в таблицах 2, 3, 4.

Таблица 2

Сводная таблица морфологических измерений полушника озерного на озере Широха в 2018 году

№ площадки	Глубина, см	Количество растений	Средняя длина максимального листа	Среднее кол-во листьев
Площадка №1	90	50	7,81 см	16,42
Площадка №2(I)	10,5	50	3,68 см	4,68
Площадка 2(II)	70	50	10,84 см	13,04
Площадка №3	40-60	50	12,62 см	17,28
Площадка №4(I)	9	50	4,05 см	4,28
Площадка 4(II)	65	50	7,38 см	8,10
Площадка №5	55-70	50	5,54 см	5,10
Площадка №6	90	50	9,57 см	14,46

Таблица 3

Сводная таблица морфологических измерений полушника озерного на озере Васильевское

№ площадки	Глубина, см	Количество растений	Средняя длина максимального листа	Среднее кол-во листьев
Площадка №1	10	0	-	-
Площадка №1(I)	50	20	8,25	13,70 см
Площадка №1(II)	100	50	10,89	15,50 см
Площадка №2 (I)	50	50	12,95	11,00 см
Площадка №2 (II)	100	50	9,30	9,16 см
Площадка №3	80	50	10,92	15,96 см

Таблица 4

Сводная таблица морфологических измерений полушника озерного на озере Широха в 2019 году

№ площадки	Глубина, см	Количество растений	Средняя длина максимального листа	Среднее кол-во листьев
Площадка №2 (I)	10,5	50	3,47 см	4,52
Площадка №2 (II)	70	50	9,96 см	11,64
Площадка №3	40-60	50	11,16 см	16,08
Площадка №5	55-70	50	5,04 см	4,66
Площадка №6	90	50	10,10 см	14,76

3.3.1 Вычисление среднего количества листьев

Вычисление среднего количества листьев проводилось с помощью программы Excel. Данные значений фиксировались в таблицах (Приложения 7 - 9).

Вариационный ряд количества листьев полушника озерного на площадках озера Широха отражен в диаграмме (рис. 3).

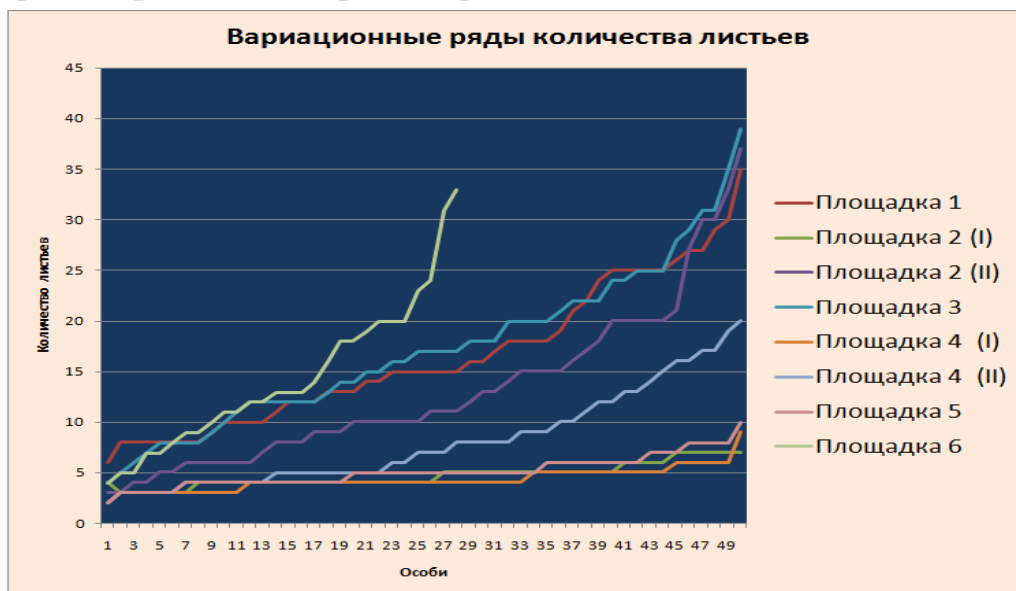


Рис. 3 Диаграмма вариационных рядов количества листьев на площадках о. Широха

Вариационный ряд количества листьев полушника озерного на площадках озера Васильевское отражен в диаграмме (рис. 4).

Из полученных данных и диаграммы видно, что наибольшее количество листьев наблюдается на площадках 1.1, 1.2, 3 которые произрастают на глубине 50, 100 и 80 см, а наименьшее количество листьев на площадках 2.1 и 2.2 которые произрастают на глубине 50 и 100 см. Таким образом, наименьшее количество листьев находится в точке 2, которая расположена на юго-западе озера.



Рис. 4 Диаграмма вариационных рядов количества листьев на площадках о. Васильевское

Коэффициент ранговой корреляции проводился с помощью сайта “<http://www.psychol-ok.ru/statistics/spearman/>”. Расчет корреляции количества листьев с глубиной показывает, что наблюдается высокая корреляция (0,732) количества листьев с глубиной (Приложение 12).

Наблюдается зависимость количества листьев полушника озерного от глубины водоема – чем больше глубина, тем больше количество листьев. Это может быть объяснено возрастными особенностями популяции. Полушник – растение, внешний облик которого остается неизменным в течение всего года. Осенью листья с созревшими спорангиями опадают и остаются только вегетативные. На следующий год на наружных вегетативных листьях вновь образуются микроспорангии, на внутренних — микроспорангии, а в центре стебля снова отрастают вегетативные листья. И так из года в год. Следовательно, можно предположить, что на глубине растения более старые, рост которых продолжается два и более лет. Тогда, как на мелководье встречается большее число молодых растений. Можно предположить, что на отмелях среднее время жизни экземпляров меньше, чем на большой глубине (возможно - из-за повреждений при промерзании водоема).

3.3.2 Вычисление средней длины максимального листа

Вычисление среднего количества листьев проводилось с помощью программы Excel. Данные значений фиксировались в таблицах (Приложения 7-9).

Вариационный ряд средней длины максимального листа полушника озерного на площадках озера Широха отражен в диаграмме (рис. 5).

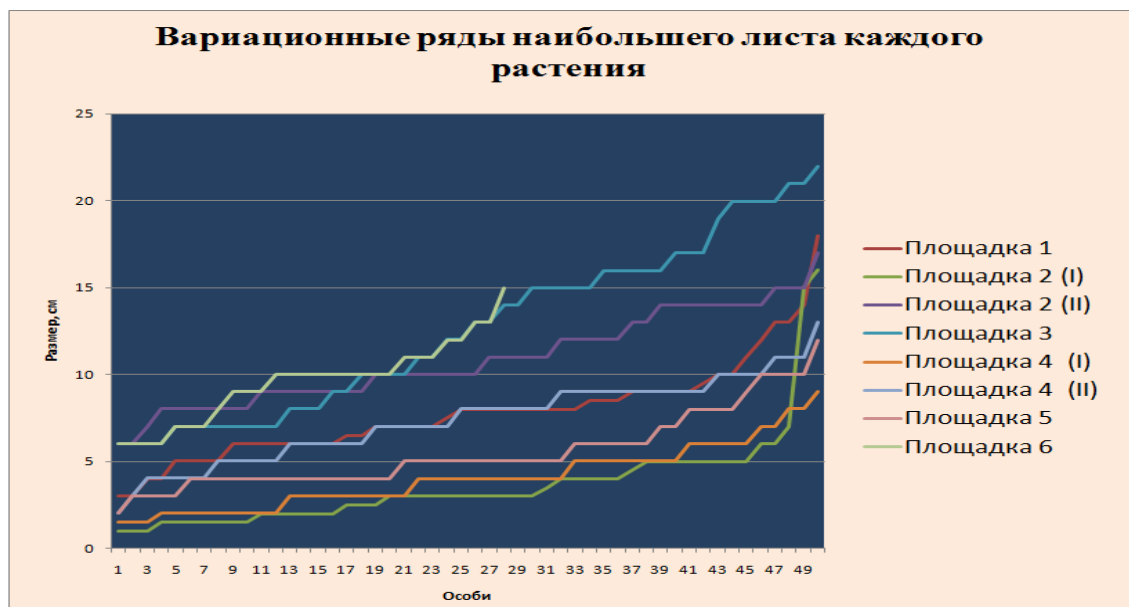


Рис. 5 Диаграмма вариационных рядов наибольшего листа каждого растения (о. Широха)

Вариационный ряд средней длины максимального листа полушника озерного на площадках озера Васильевское отражен в диаграмме (рис. 6).

Из полученных данных и диаграммы видно, что наибольшая длина листа наблюдается на площадках 1.2. и 2.1 которые произрастают на глубине 100 и 50 см. Это объясняется отсутствием вытаптывания на площадке 2.1. в связи с удаленностью от мест массового купания.

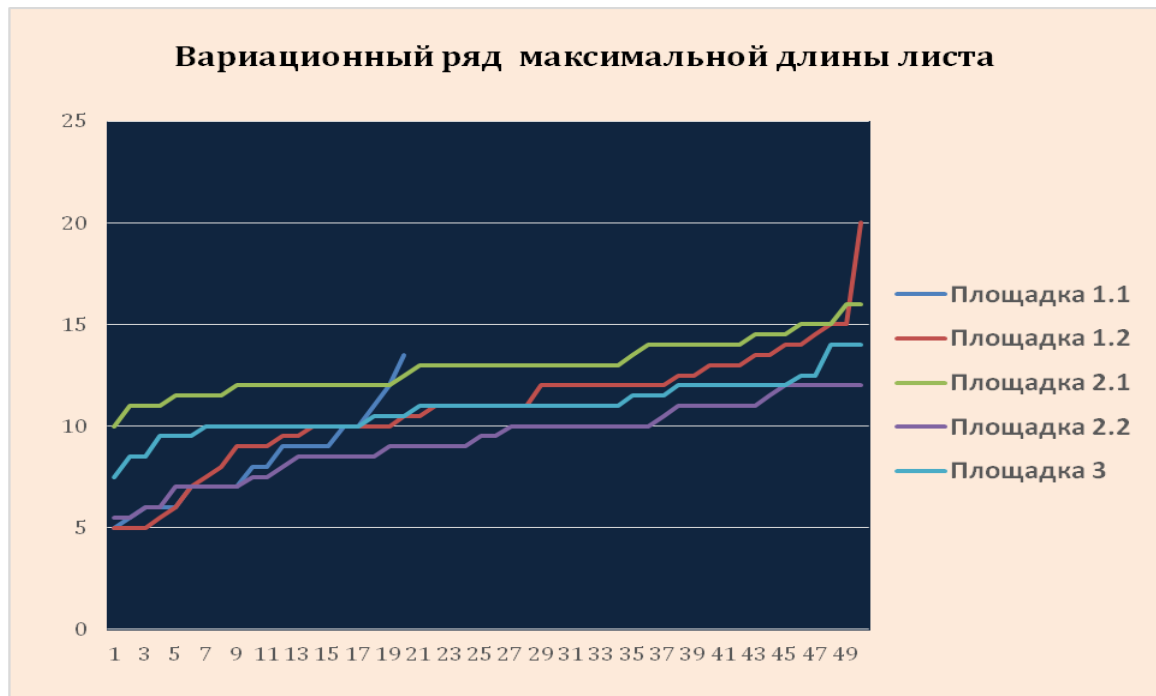


Рис. 6 Диаграмма вариационных рядов наибольшего листа каждого растения (о. Васильевское)

Можно достоверно сказать, что наблюдается зависимость размеров листьев полушника озерного от глубины водоема – чем больше глубина, тем больше длина листьев (Приложение 13). Это, возможно, связано с возрастной структурой популяции. Более молодые листья имеют меньшую длину, более старые – большую. Кроме того, промерзание озера в зимний период, возможно, также сказывается на размерах полушника. На мелководье растения вымерзают и их восстановление происходит регулярно. Более старые растения просто не перезимовывают и не имеют возможность дальнейшего роста.

3.3.3 Определение зависимости количества листьев от длины максимального листа

На всех площадках был определен коэффициент корреляции количества листьев и длины максимального листа. Вычисления представлены в Приложении 11. Сведения по всем площадкам обобщены в таблице (Приложение 14).

Из таблицы видно, что большая часть площадок имеет коррелятивную значимость между количеством листьев у отдельных растений и длины максимального листа. Наибольший коэффициент значимости на площадках 4 (II) (0,721), 2 (II) (0,505), 4 (I), (0,495), 1 (0,494), 3 (0,487) и 5 (0,437).

Наличие зависимости (корреляция больше 0,4) позволяет предположить, что это - параметры, связанные с возрастом.

**Коэффициент корреляции количества листьев и длины максимального
листа**

№ площадки	r_s коэффициент корреляции	Значение коэффициента корреляции
Площадка №1	0,494	Корреляция между А и В статистически значима. Слабая корреляция.
Площадка №2 (I)	0,268	Корреляция между А и В не достигает уровня статистической значимости. Очень слабая корреляция.
Площадка №2 (II)	0,505	Корреляция между А и В статистически значима. Средняя корреляция.
Площадка №3	0,487	Корреляция между А и В статистически значима. Слабая корреляция.
Площадка №4 (I)	0,495	Корреляция между А и В статистически значима. Слабая корреляция.
Площадка №4 (II)	0,721	Корреляция между А и В статистически значима. Высокая корреляция.
Площадка №5	0,437	Корреляция между А и В статистически значима. Слабая корреляция.
Площадка №6	0,234	Корреляция между А и В не достигает уровня статистической значимости. Очень слабая корреляция.

Наименьшая корреляция на площадках 2 (I) (мелководье, 70 м западнее лагеря) и 6 (место массового купания в южной части озера). На площадке 2 (I) большее число растений имеют маленькое количество листьев и небольшую длину листа (до 5 см), однако 2 растения имеют максимальную длину листа более 13 см. Земноводные представители рода обитают часто на дне мелких временных водоемов и при высыхании водоема теряют свои листья. Являясь пойкилогидрическими растениями, многие полушники безболезненно для себя переносят сильное пересыхание и последующее прогревание почвы. С наступлением сезона дождей на оси, нередко защищенной остатками оснований прошлогодних листьев, нарастают новые листья и корни, а пролежавшие в почве споры дают начало гаметофитам. А на площадке 6 (место массового купания, пляж) была низкая численность растений, что связано с антропогенными факторами.

3.3.4 Сравнение результатов морфологических описаний состояния популяции полушника озерного в озере Широха в 2018 и 2019 годах

В 2019 году с целью сравнительного анализа состояния популяции полушника в озере Широха с данными 2018 года были заложены четыре площадки. Сравнительный анализ представлен в таблице (Приложение 15).

Таблица 6

Сводная таблица морфологических измерений полушника озерного на озере Широха в 2018 и в 2019 годах

№ площадки	Глубина, см	Кол-во растений	Средняя длина максимального листа			Среднее количество листьев		
			2018 см	2019 см	d (ранг 2018-ранг 2019)	2018	2019	d (ранг 2018-ранг 2019)
Площадка №2 (I)	10,5	50	3,68	3,47	-0,21	4,68	4,52	-0,16
Площадка №2 (II)	70	50	10,84	9,96	-0,88	13,04	11,64	-1,40
Площадка №3	40-60	50	12,62	11,16	-1,46	17,28	16,08	-1,20
Площадка №5	55-70	50	5,54	5,04	-0,50	5,10	4,66	-0,44
Площадка №6	90	50	9,57	10,10	+0,53	14,46	14,76	+0,30

По таблице видно, что на площадках 2.1, 2.2, 3 и 5 в 2019 году наблюдается снижение показателей средняя длина максимального листа и среднее количество листьев. Это связано с увеличением антропогенного воздействия на экосистему озера. В этом году, в связи с теплым июнем выросло количество отдыхающих и увеличилась рекреационная нагрузка. Об этом говорит увеличение числа кострищ, растения на берегу сильно вытоптаны. На поверхности озера плавают вырванные листья полушника.

На площадке 6 наблюдается незначительное увеличение параметров. Это может быть связано с тем, что площадка находится хоть и в непосредственной близости от места купания, но в районе камышей, что делает ее менее доступной для отдыхающих.

3.3.5 Изучение репродуктивной способности полушника озерного

Для изучения репродуктивной способности было собрано 50 листьев с поверхности воды (случайным выбором). У листьев измерялась длина и определялась их репродуктивная способность. Данные представлены в таблице (Приложение 16).

Анализируя обнаруженные листья можно сделать следующие выводы: стерильных листьев - 88%, фертильных листьев - 12%. Из них с

мегаспорангиями 50% с микроспорангиями - 50%. Из таблицы видно, что фертильные листья имеют размер от 9 см. Следовательно, можно предположить репродуктивную способность популяции.

Озеро Широха

Площадка	Количество растений	Количество растений более 9 см	Процент репродуктивной способности, %
1	50	14	28
2.1	50	2	4
2.2	50	44	88
3	50	35	70
4.1	50	1	2
4.2	50	19	38
5	50	6	12
6	28	20	71
		Средняя	39,1

Озеро Васильевское

Площадка	Количество растений	Количество растений более 9 см	Процент репродуктивной способности, %
1.1	20	9	45
1.2	50	43	86
2.1	50	50	100
2.2	50	32	64
3	50	47	94
		Средняя	77,8

Анализируя полученные данные можно сказать, что наибольшей репродуктивной способностью обладают растения на площадках 2.2, 3, 6 озера Широха и 1.2, 2.1, 3 озера Васильевское. На площадках с небольшой глубиной низкий процент фертильных особей, что обусловлено экологическими особенностями произрастания полушника: на малых глубинах небольшой урез воды и большая вероятность промерзания зимой. Растения не могут вырасти на необходимую величину и достигнуть репродуктивного возраста.

Среднее значение репродуктивной способности на озере Васильевское больше и составляет 77,8% от анализируемых растений, а на озере Широха этот показатель равен 39,1%. Это может объясняться тем, что на маленьких глубинах в озере Васильевское растения полушника не встречались. Основная часть популяции растет в труднодоступных для вытаптывания местах. Можно предположить, что ограничивающим фактором распространения полушника служит маленькая глубина. Таким образом можно предположить увеличение численности популяции полушника озерного на озере Васильевское в местах с глубиной от 50 см, недоступных для купания.

4. Выводы

1. Озеро Широха является памятником природы регионального значения – местом произрастания реликтового растения Полушник озерный.
2. Наличие полушника в озере характеризует его как олиготрофный водоем, чистый.
3. Популяция полушника распределена в озере неравномерно, что может быть связано с сильной заиленностью грунта.
4. Полушник озерный встречается на глубине до 2,4 метров и избегает мест, где песчаный грунт начинает заиливаться.
5. Наблюдается зависимость плотности популяции от глубины озера. Чем больше глубина, тем больше растений встречается на площадке. Наибольшая плотность популяции полушника озерного наблюдается на больших глубинах (70 - 90 см), а наименьшая плотность популяции на меньших глубинах (около 10 см).
6. Расчет корреляции длины наибольшего листа с глубиной показывает, что наблюдается высокая корреляция (0,732) количества листьев с глубиной. Наибольшее количество листьев наблюдается на площадках, которые произрастают на глубине 50-90 см, а наименьшее количество листьев на площадках, которые произрастают на глубине 9-10,5 см.
7. Расчет корреляции длины наибольшего листа с глубиной показывает, что наблюдается высокая корреляция (0,732) длины листьев с глубиной. Наибольшая длина листа наблюдается на площадках, которые произрастают на глубине 50-90 см, а наименьшая на площадках, которые произрастают на глубине 9-10,5 см.
8. Все площадки имеют коррелятивную значимость между количеством листьев у отдельных растений и длины максимального листа. Наличие зависимости (корреляция около 0,5) позволяет предположить, что это - параметры, связанные с возрастом. Таким образом, мелкие экземпляры с малым количеством листьев мы рассматриваем как молодняк.
9. Доля молодых растений на малых глубинах значительно больше. Это может быть связано с рядом причин: меньшее среднее время жизни экземпляров на отмелях чем на большой глубине (возможно - из-за повреждений при промерзании), успехе или неуспехе регулярного размножения.
10. В целом в популяции полушника озерного озера Широха наблюдается значительная плотность и достаточно большая доля молодых растений с небольшим количеством листьев, как предполагается молодых растений, что говорит о стабильности популяции.

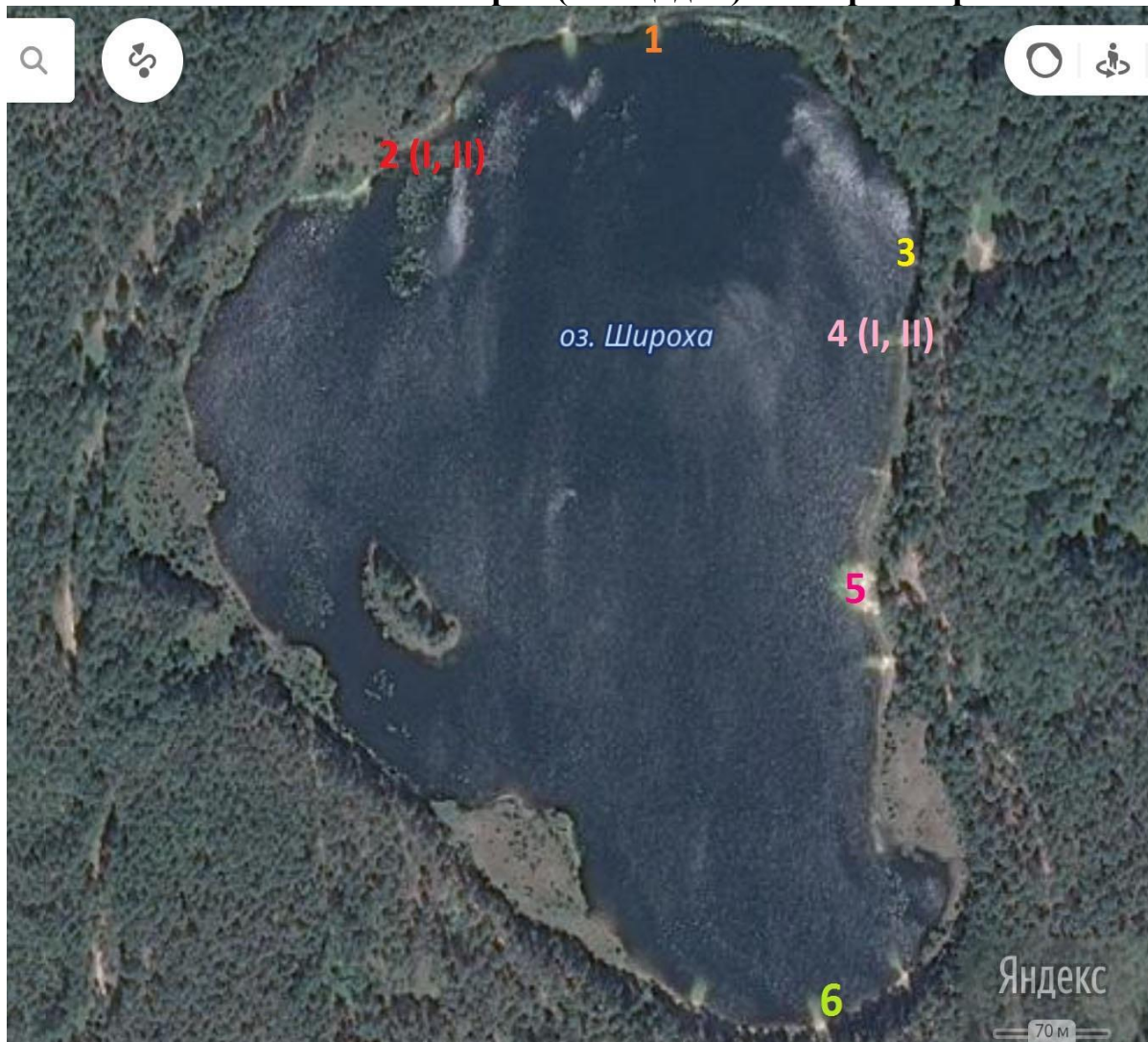
5. Заключение.

Полушник озерный (*Isoetes Lacustris*) редкое реликтовое растение, занесенное в Красную книгу. Для более надёжного сохранения этого редчайшего реликтового растения необходимы разработка мероприятий, предотвращающих изменение экологического режима и загрязнение озера и устраняющих чрезмерные рекреационные нагрузки на него.

Список литературы

1. Губанов И. А. и др. Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. — М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл, 2002. — Т. 1. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). — С. 115.
2. Садчиков А.П. Гидробиотика: Прибрежно-водная растительность: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений – М.: Издательский центр «Академия», 2005 г. – 240 с.
3. Павлова М.Е. Газета «Первое сентября» №8. 2001 год.
4. Родионов Г, Борисенко А. Исследование популяции полушника озерного в никулинском озере (Северо-восток Новгородской области). Тезисы. Санкт-Петербургский городской Дворец Творчества Юных. Лаборатория ботаники.
5. Чернышова О.А. Особенности современного распространения реликтовых сосудистых растений Верхнего Приангарья. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Улан – Удэ. 2012 г.
6. <http://www.psychol-ok.ru/statistics/spearman/>
7. <http://www.plantarium.ru>
8. <http://molbiol.ru>
9. <http://ru.wikipedia.org>
10. <http://flowerlib.ru>
11. <http://www.biodat.ru>
12. <http://www.geocaching.su>

Расположение мест взятия проб (площадок) на озере Широха



Расположение мест взятия проб (площадок) на озере Васильевское



Распределение полушника по озеру Широха



Распределение полушника по озеру Васильевское



Рамка для ограничения пробной площадки



**Измерение количества листьев и наибольшей длины листа
полушника озерного на площадках озера Широха (2018 год)**

Площадка 1
Глубина 90 см
100 % покрытие

№ растени я	Количес т во листьев	Длина максимально го листа			
1.	14	9	26.	14	5
2.	15	8,5	27.	8	6
3.	21	8	28.	25	7
4.	15	7	29.	27	8
5.	10	6	30.	10	9
6.	10	6,5	31.	12	3
7.	6	8	32.	10	7
8.	16	8,5	33.	12	3
9.	8	5	34.	8	4
10.	8	5	35.	8	7
11.	13	11	36.	35	8
12.	13	6	37.	25	9
13.	11	6,5	38.	24	9,5
14.	8	5	39.	27	10
15.	9	12	40.	29	8
16.	25	8	41.	16	10
17.	26	7,5	42.	17	7
18.	19	8	43.	22	9
19.	8	6	44.	18	8,5
20.	15	6	45.	30	14
21.	15	8	46.	25	13
22.	18	6	47.	25	9
23.	13	13	48.	15	8
24.	15	4	49.	18	18
25.	12	6	50.	18	6
			Ср. знач.	16,42	7,81

Площадка 2
 Проба 1
 Глубина 10,5 см
 15 % покритие

№ растени я	Количест во листъев	Длина максимално го листа
1.	4	1,5
2.	6	1,5
3.	4	4
4.	6	15
5.	5	2
6.	5	5
7.	5	2,5
8.	6	3
9.	5	6
10.	5	3
11.	7	4,5
12.	4	3
13.	4	1,5
14.	4	2
15.	4	1,5
16.	3	2
17.	5	2,5
18.	4	5
19.	3	7
20.	4	1,5
21.	4	4
22.	4	5
23.	4	3,5
24.	4	3
25.	4	6
26.	5	3

27.	4	2
28.	5	5
29.	4	1,5
30.	4	1,5
31.	4	1
32.	5	1
33.	5	2
34.	7	4
35.	3	3
36.	5	3
37.	6	5
38.	4	2
39.	4	3
40.	7	3
41.	5	4
42.	7	5
43.	3	1
44.	7	5
45.	5	2,5
46.	5	16
47.	7	3
48.	4	3
49.	3	4
50.	3	5
Ср. знач.	4,68	3,68

Проба 2
Глубина 70 см
100 % покритие

№ растени я	Количество во листьев	Длина максимально го листа
1.	20	15
2.	15	11
3.	15	10
4.	13	9
5.	10	8
6.	27	10
7.	10	8
8.	4	11
9.	6	8
10.	17	9
11.	9	14
12.	5	10
13.	3	8
14.	15	9
15.	16	9
16.	5	6
17.	6	8
18.	12	10
19.	8	6
20.	4	8
21.	10	10
22.	11	7
23.	6	9
24.	3	8
25.	7	9

26.	9	9
27.	20	12
28.	10	9
29.	10	11
30.	30	13
31.	20	10
32.	37	13
33.	33	14
34.	6	10
35.	8	14
36.	10	12
37.	14	10
38.	11	12
39.	21	14
40.	13	11
41.	8	11
42.	15	14
43.	20	15
44.	18	17
45.	20	15
46.	9	14
47.	11	12
48.	6	14
49.	6	12
50.	30	14
Ср. знач.	13,04	10,84

Площадка 3
Глубина перепад 40-60 см
67 % покрытие

№ растени я	Количест во листьев	Длина максимально го листа
1.	18	13
2.	39	15
3.	25	17
4.	20	16
5.	35	15
6.	31	15
7.	18	13
8.	24	10
9.	22	11
10.	12	9
11.	17	10
12.	20	10
13.	25	9
14.	18	7
15.	22	22
16.	29	20
17.	31	21
18.	15	19
19.	8	15
20.	17	16
21.	21	16
22.	16	20
23.	15	20
24.	25	16
25.	24	17

26.	20	20
27.	9	14
28.	17	17
29.	14	21
30.	28	16
31.	4	11
32.	12	15
33.	22	10
34.	8	7
35.	12	6
36.	14	7
37.	7	12
38.	17	8
39.	10	14
40.	20	8
41.	8	12
42.	6	7
43.	11	7
44.	12	7
45.	12	7
46.	8	6
47.	13	6
48.	5	6
49.	12	8
50.	16	7
Ср. знач.	17,28	12,62

Площадка 4
 Проба 1
 Глубина 9 см
 16 % покрытие

№ растени я	Количест во листьев	Длина максимально го листа
1.	4	2
2.	4	4
3.	4	4
4.	4	5
5.	6	6
6.	3	1,5
7.	4	2
8.	3	1,5
9.	3	3
10.	4	2
11.	5	6
12.	5	4
13.	5	5
14.	5	5
15.	4	2
16.	2	1,5
17.	4	3
18.	5	3
19.	4	3
20.	3	3
21.	4	5
22.	5	8
23.	4	4
24.	4	6
25.	3	3

26.	5	2
27.	4	2
28.	4	2
29.	5	2
30.	6	5
31.	4	4
32.	3	2
33.	6	9
34.	4	4
35.	4	3
36.	3	5
37.	4	6
38.	3	4
39.	3	4
40.	5	3
41.	4	7
42.	4	4
43.	3	3
44.	6	4
45.	5	6
46.	9	4
47.	4	5
48.	6	8
49.	5	5
50.	4	7
Ср. знач.	4,28	4,05

Проба 2
Глубина 65 см
97 % покрытие

№ растен ия	Количест во листьев	Длина максимальн ого листа
1.	13	13
2.	17	11
3.	9	8
4.	3	9
5.	5	9
6.	4	5
7.	12	11
8.	19	9
9.	4	4
10.	3	4
11.	10	10
12.	2	5
13.	5	6
14.	11	11
15.	7	6
16.	8	9
17.	5	9
18.	3	2
19.	20	10
20.	16	10
21.	14	10
22.	15	8
23.	9	8
24.	5	6
25.	5	8

26.	5	7
27.	4	7
28.	3	6
29.	4	4
30.	9	9
31.	4	5
32.	6	4
33.	3	3
34.	4	9
35.	4	6
36.	17	9
37.	8	7
38.	7	4
39.	7	5
40.	13	8
41.	5	7
42.	8	8
43.	16	9
44.	8	7
45.	6	6
46.	5	5
47.	12	9
48.	10	9
49.	8	8
50.	5	7
Ср. знач.	8,1	7,38

Площадка 5
 Глубина: уклон 55-70 см
 Покрытие: 18 %

№ растени я	Количест во листьев	Длина максимально го листа
1.	8	10
2.	3	5
3.	7	10
4.	4	8
5.	5	8
6.	5	3
7.	5	10
8.	4	3
9.	8	4
10.	6	6
11.	8	4
12.	2	2
13.	4	12
14.	5	3
15.	4	4
16.	8	9
17.	5	4
18.	5	5
19.	7	10
20.	5	4
21.	5	6
22.	6	6
23.	4	3
24.	4	4
25.	4	4
26.	4	4

27.	5	4
28.	3	4
29.	4	8
30.	5	5
31.	3	5
32.	7	6
33.	6	5
34.	4	4
35.	4	5
36.	3	4
37.	6	5
38.	5	4
39.	6	5
40.	6	8
41.	4	4
42.	10	5
43.	5	5
44.	4	6
45.	6	7
46.	5	6
47.	5	7
48.	3	4
49.	5	5
50.	6	5
Ср. знач.	5,1	5,54

Площадка 6
 Глубина 90 см
 Покрытие: 80 %

№ растени я	Количество во листьев	Длина максимально го листа
1.	20	10
2.	13	6
3.	7	7
4.	5	13
5.	9	11
6.	8	6
7.	13	6
8.	12	10
9.	7	9
10.	11	9
11.	10	8
12.	20	9
13.	5	11
14.	16	10

15.	23	11
16.	4	10
17.	13	10
18.	19	15
19.	14	10
20.	20	12
21.	9	10
22.	18	12
23.	18	10
24.	11	7
25.	12	6
26.	31	10
27.	24	7
28.	33	13
Ср. знач.	14,46	9,57

**Измерение количества листьев и наибольшей длины листа
полушника озерного на площадках озера Широха (2019 год)**

**Площадка 2
Проба 1
Глубина 10,5 см
Покрытие: 15 %**

№ растени я	Количест во листьев	Длина максимально го листа
1.	6	4,5
2.	5	3
3.	6	5
4.	7	1,5
5.	4	4,5
6.	6	6
7.	4	5
8.	6	2,5
9.	5	2,5
10.	4	1,5
11.	6	5
12.	4	6
13.	5	5
14.	4	6
15.	6	2
16.	5	3
17.	5	3
18.	4	2
19.	6	2
20.	5	5
21.	7	3
22.	4	3,5
23.	5	2,5
24.	3	3
25.	4	3
26.	4	1,5
27.	5	1,5
28.	4	4
29.	4	6
30.	3	2
31.	5	5
32.	5	2,5
33.	4	4
34.	5	6
35.	5	3
36.	6	4,5
37.	3	1,5
38.	3	4
39.	4	2,5
40.	3	4
41.	4	3
42.	3	5
43.	3	3
44.	3	4
45.	4	4,5
46.	4	3
47.	4	2
48.	4	3
49.	5	3
50.	3	1
Ср. знач.	4,52	3,47

Проба 2
Глубина 70 см
Покрытие: 100 %

№ растени я	Количест во листьев	Длина максимально го листа
1.	5	6
2.	12	8
3.	6	5
4.	10	8
5.	15	7
6.	11	7,5
7.	10	6
8.	12	6
9.	15	8
10.	10	6
11.	12	6
12.	12	6
13.	9	9
14.	5	5,5
15.	16	9
16.	11	6
17.	9	7,5
18.	25	8
19.	12	6,5
20.	11	6,5
21.	9	4,5
22.	14	7,5
23.	11	7
24.	15	10
25.	14	7,5

26.	8	16
27.	9	7
28.	12	9
29.	11	12
30.	18	14
31.	13	11
32.	8	12
33.	14	14
34.	15	15
35.	18	17
36.	20	15
37.	9	14
38.	10	13
39.	6	14
40.	6	13
41.	26	15
42.	10	10
43.	24	12
44.	9	13
45.	4	11
46.	6	12
47.	12	15
48.	5	14
49.	6	13
50.	12	13
Ср. знач.	11,64	9,96

Площадка 3
 Глубина: уклон 40-60 см
 Покрытие: 67 %

№ растени я	Количест во листьев	Длина максимально го листа
1.	18	8
2.	15	11
3.	19	9
4.	6	7
5.	13	9
6.	7	12
7.	14	12
8.	16	18
9.	8	7
10.	3	4
11.	27	16
12.	10	9
13.	11	6,5
14.	11	13
15.	9	6
16.	17	12
17.	9	5
18.	18	10,5
19.	4	3,5
20.	23	10
21.	21	13,5
22.	26	14
23.	44	13
24.	26	14
25.	34	15

26.	28	16
27.	4	13
28.	12	15
29.	22	10
30.	13	11
31.	17	12
32.	14	7
33.	8	14
34.	17	9
35.	12	14
36.	20	8
37.	8	12
38.	9	8
39.	11	7
40.	19	10
41.	12	8
42.	8	6
43.	23	13
44.	21	16
45.	18	20
46.	22	20
47.	25	16
48.	24	17
49.	12	8
50.	16	10
Ср. знач.	16,08	11,16

Площадка 5

Глубина: уклон 55-70 см

Покрытие: 18 %

№ растени я	Количест во листьев	Длина максимально го листа
1.	8	7
2.	3	4
3.	6	5
4.	3	4
5.	2	3
6.	11	4
7.	3	6
8.	4	6
9.	9	6
10.	4	2
11.	4	3
12.	6	8
13.	7	3
14.	5	5
15.	4	6
16.	2	4
17.	9	5
18.	8	7
19.	4	5
20.	6	4
21.	6	3
22.	3	5
23.	4	4
24.	5	8
25.	7	4

26.	4	3
27.	4	4
28.	4	3
29.	5	6
30.	7	5
31.	4	5
32.	5	6
33.	5	4
34.	4	3
35.	7	5
36.	6	3
37.	7	4
38.	4	5
39.	3	4
40.	5	6
41.	4	6
42.	4	4
43.	6	5
44.	5	4
45.	4	6
46.	6	5
47.	5	3
48.	4	6
49.	3	4
50.	4	3
Ср. знач.	4,66	5,04

Площадка 6
Глубина 90 см
Покрътие: 80 %

№ растени я	Количест во листъев	Длина максимално го листа
1.	18	13
2.	27	13,5
3.	25	14
4.	25	14
5.	19	16
6.	32	13,5
7.	28	15
8.	11	9
9.	41	10
10.	11	7
11.	4	5
12.	8	6,5
13.	40	10
14.	27	10
15.	6	5,5
16.	8	8
17.	19	11
18.	26	13
19.	19	13,5
20.	17	7,5
21.	21	11
22.	13	8
23.	5	4,5
24.	8	7
25.	11	7

26.	17	14
27.	15	11
28.	14	10
29.	13	9
30.	10	8
31.	21	10
32.	10	8
33.	4	11
34.	6	8
35.	13	8
36.	12	9
37.	7	6
38.	4	8
39.	9	10
40.	11	7
41.	5	9
42.	6	10
43.	7	14
44.	9	11,5
45.	14	10
46.	10	12
47.	19	14
48.	12	11
49.	7	10
50.	14	14
Ср. знач.	14,76	10,10

**Измерение количества листьев и наибольшей длины листа
полушника озерного на площадках озера Васильевское**

Площадка 1

Глубина 10 см (ил) - полушника не обнаружено

Проба 1

Глубина 50 см

Покрытие 4 %

№ растени я	Количест во листьев	Длина максимально го листа
1.	17	11
2.	25	9
3.	10	9
4.	3	6
5.	4	7
6.	38	13,5
7.	1	9
8.	26	7
9.	8	5

10.	5	6
11.	18	10
12.	24	10
13.	7	7
14.	6	8
15.	4	7
16.	28	12
17.	1	9
18.	26	8
19.	16	5,5
20.	7	6
Ср. знач.	13,7	8,25

Проба 2
Глубина 100 см
Покрытие 100 %

№ растен ия	Количест во листьев	Длина максимальн ого листа
1.	17	12
2.	31	11
3.	22	12
4.	7	10
5.	10	12
6.	5	11
7.	10	9
8.	21	15
9.	14	13,5
10.	18	14,5
11.	27	12,5
12.	11	9
13.	26	13
14.	18	9
15.	9	12
16.	18	11
17.	23	14
18.	16	12
19.	14	13,5
20.	35	13
21.	10	13
22.	18	15
23.	32	14
24.	20	11
25.	20	10,5

26.	17	11
27.	5	8
28.	23	20
29.	6	5
30.	15	10
31.	18	10,5
32.	11	11
33.	9	9,5
34.	22	12,5
35.	11	12
36.	9	10
37.	13	11
38.	22	12
39.	18	10
40.	11	10
41.	21	10
42.	9	12
43.	27	12
44.	6	5
45.	16	9,5
46.	10	7
47.	5	6
48.	9	7,5
49.	5	5
50.	5	5,5
Ср. знач.	15,5	10,89

Площадка 2 - южнее 1-ой площадки

Проба 1

Глубина 50 см

Покрытие 91 %

№ растени я	Количест во листьев	Длина максимально го листа
1.	15	16
2.	12	14,5
3.	5	10
4.	9	14
5.	10	12
6.	6	11
7.	12	13
8.	5	12,5
9.	8	13
10.	9	13
11.	17	13
12.	17	15
13.	9	13,5
14.	11	12
15.	14	15
16.	13	14,5
17.	12	12
18.	8	11
19.	12	11,5
20.	16	14
21.	10	12
22.	9	12
23.	16	13
24.	10	13
25.	14	13
26.	7	13

27.	7	11,5
28.	8	15
29.	12	13
30.	10	14
31.	19	16
32.	12	14
33.	6	11,5
34.	9	12
35.	9	13
36.	10	14
37.	6	14
38.	16	12
39.	14	12
40.	12	14,5
41.	12	12
42.	8	11
43.	12	11,5
44.	16	14
45.	10	12
46.	9	12
47.	16	13
48.	10	13
49.	14	13
50.	7	13
Ср. знач.	11	12,95

Проба 2

Глубина 100 см

Покрытие 14 %

№ растени я	Количест во листьев	Длина максимально го листа
1.	12	9
2.	12	11,5
3.	6	5,5
4.	5	7
5.	9	10
6.	17	11
7.	8	8
8.	6	7
9.	6	12
10.	9	8,5
11.	11	9
12.	16	11
13.	8	10
14.	18	12
15.	9	9
16.	9	11
17.	8	10
18.	7	8,5
19.	5	7,5
20.	8	6
21.	11	10
22.	6	8,5
23.	7	9
24.	6	12
25.	10	9,5

26.	11	10
27.	13	10,5
28.	6	5,5
29.	5	7
30.	9	10
31.	16	12
32.	9	7
33.	6	7
34.	5	10
35.	9	8,5
36.	12	11
37.	16	11
38.	8	10
39.	18	12
40.	9	10
41.	9	11
42.	8	9
43.	7	8,5
44.	5	7,5
45.	8	6
46.	11	10
47.	6	8,5
48.	7	9
49.	6	12
50.	10	9,5
Ср. знач.	9,16	9,3

Площадка 3 - около мостиков

Глубина 80 см

Покрытие 100

№ растения	Количество листьев	Длина максимального листа			
			26.	9	7,5
			27.	16	9,5
			28.	15	10,5
1.	11	10,5	29.	8	9,5
2.	24	11	30.	11	10
3.	22	11	31.	18	11,5
4.	18	12	32.	22	14
5.	16	11,5	33.	16	11,5
6.	16	12	34.	16	12
7.	13	11	35.	13	11
8.	18	10	36.	18	10
9.	14	10	37.	14	10
10.	8	8,5	38.	8	8,5
11.	13	11	39.	13	11
12.	18	11	40.	18	11
13.	12	12	41.	12	12
14.	13	12	42.	13	12
15.	31	10	43.	31	10
16.	50	12,5	44.	50	12,5
17.	8	11	45.	8	11
18.	30	10	46.	30	10
19.	26	14	47.	26	14
20.	23	11	48.	23	11
21.	8	10	49.	8	10
22.	19	9,5	50.	8	11
23.	12	11	Ср. знач.	15,96	10,92
24.	13	12			
25.	6	10,5			

**Плотность популяции полушника озерного на площадках озера
Широха**

№ площадки	Глубина, см	Плотность, %
Площадка №1	90	100
Площадка №2 (I)	10,5	15
Площадка №2 (II)	70	100
Площадка №3	40-60	67
Площадка №4 (I)	9	16
Площадка №4 (II)	65	97
Площадка №5	55-70	18
Площадка №6	90	80

**Плотность популяции полушника озерного на площадках озера
Васильевское**

№ площадки	Глубина, см	Плотность, %
Площадка №1	10	0
Площадка №1 (I)	50	4
Площадка №1 (II)	100	100
Площадка №2 (I)	50	91
Площадка №2 (II)	100	14
Площадка №3	80	100

Образец подсчета коэффициента Спирмена

Площадка 1

Было выполнено:

- 1) Ранжирование значений А и В. Их ранги занесены в колонки «Ранг А» и «Ранг В»;
- 2) Произведен подсчет разности между рангами А и В (колонка d);
- 3) Возведение каждой разности d в квадрат (колонка d²);
- 4) Подсчитана сумма квадратов;
- 5) Произведен расчет коэффициента ранговой корреляции r_s по

формуле: $r_s = 1 - 6 \cdot \frac{\sum d^2}{N \cdot (N^2 - 1)}$

- 6) Определены критические значения.

N	Значения А	Ранг А	Значения В	Ранг В	d (ранг А - ранг В)	d ²
1	14	21.5	9	39	-17.5	306.25
2	15	25.5	8.5	35	-9.5	90.25
3	21	37	8	29	8	64
4	15	25.5	7	21	4.5	20.25
5	10	11.5	6	12.5	-1	1
6	10	11.5	6.5	17.5	-6	36
7	6	1	8	29	-28	784
8	16	29.5	8.5	35	-5.5	30.25
9	8	5	5	6.5	-1.5	2.25
10	8	5	5	6.5	-1.5	2.25
11	13	19	11	45	-26	676
12	13	19	6	12.5	6.5	42.25
13	11	14	6.5	17.5	-3.5	12.25

14	8	5	5	6.5	-1.5	2.25
15	9	9	12	46	-37	1369
16	25	42	8	29	13	169
17	26	45	7.5	24	21	441
18	19	36	8	29	7	49
19	8	5	6	12.5	-7.5	56.25
20	15	25.5	6	12.5	13	169
21	15	25.5	8	29	-3.5	12.25
22	18	33.5	6	12.5	21	441
23	13	19	13	47.5	-28.5	812.25
24	15	25.5	4	3.5	22	484
25	12	16	6	12.5	3.5	12.25
26	14	21.5	5	6.5	15	225
27	8	5	6	12.5	-7.5	56.25
28	25	42	7	21	21	441
29	27	46.5	8	29	17.5	306.25
30	10	11.5	9	39	-27.5	756.25
31	12	16	3	1.5	14.5	210.25
32	10	11.5	7	21	-9.5	90.25
33	12	16	3	1.5	14.5	210.25
34	8	5	4	3.5	1.5	2.25

35	8	5	7	21	-16	256
36	35	50	8	29	21	441
37	25	42	9	39	3	9
38	24	39	9.5	42	-3	9
39	27	46.5	10	43.5	3	9
40	29	48	8	29	19	361
41	16	29.5	10	43.5	-14	196
42	17	31	7	21	10	100
43	22	38	9	39	-1	1
44	18	33.5	8.5	35	-1.5	2.25
45	30	49	14	49	0	0
46	25	42	13	47.5	-5.5	30.25
47	25	42	9	39	3	9
48	15	25.5	8	29	-3.5	12.25
49	18	33.5	18	50	-16.5	272.25
50	18	33.5	6	12.5	21	441
Суммы		1275		1275	0	10531

Результат: $r_s = \mathbf{0.494}$

Критические значения для $N = 50$

N	p	
	0.05	0.01
50	0.27	0.35

Ответ: H_0 отвергается. Корреляция между А и В статистически значима.

**Расчет ранговой корреляции Спирмена
количества листьев полшника озерного с глубиной**

N	Значения А	Ранг А	Значения В	Ранг В	d (ранг А - ранг В)	d ²
1	16.42	7	3	7	0	0
2	4.68	2	1	1.5	0.5	0.25
3	13.04	5	3	7	-2	4
4	17.28	8	2	4	4	16
5	4.28	1	1	1.5	-0.5	0.25
6	8.1	4	2	4	0	0
7	5.1	3	2	4	-1	1
8	14.46428571	6	3	7	-1	1
Суммы		36		36	0	22.5

Результат: $r_s = 0.732$

Критические значения для N = 8

N	p	
	0.05	0.01
8	0.72	0.88

Ответ: H_0 отвергается. Корреляция между А и В статистически значима.

**Расчет ранговой корреляции Спирмена
длины наибольшего листа полушника озерного с глубиной**

N	Значения А	Ранг А	Значения В	Ранг В	d (ранг А - ранг В)	d ²
1	7.81	5	3	7	-2	4
2	3.68	1	1	1.5	-0.5	0.25
3	10.84	7	3	7	0	0
4	12.62	8	2	4	4	16
5	4.05	2	1	1.5	0.5	0.25
6	7.38	4	2	4	0	0
7	5.54	3	2	4	-1	1
8	9.571428571	6	3	7	-1	1
Суммы		36		36	0	22.5

Результат: $r_s = 0.732$

Критические значения для N = 8

N	p	
	0.05	0.01
8	0.72	0.88

Ответ: H_0 отвергается. Корреляция между А и В статистически значима.

Фотоотчет
Озеро Широха



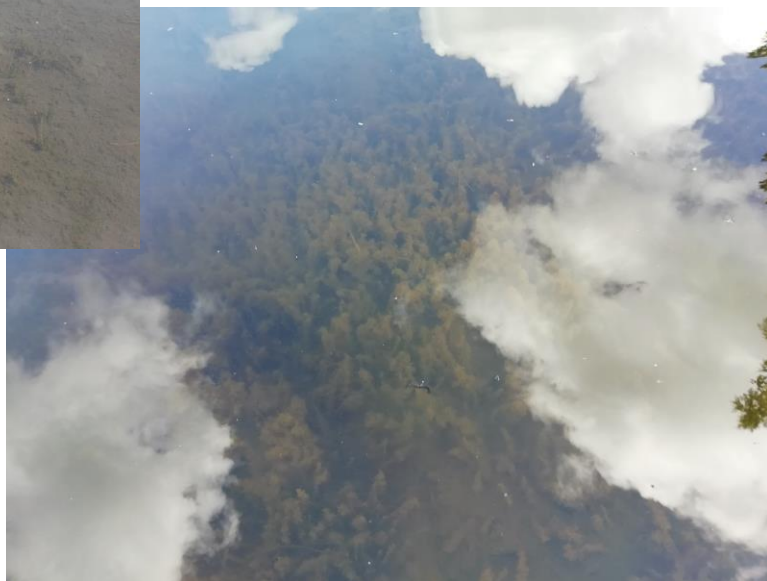
Озеро Васильевское



За работой



Полушник озерный



Антропогенное воздействие



Исследование и определение репродуктивной способности



Макроспоры

Микроспоры

