

Региональная открытая конференция
по научно-техническому творчеству школьников «Лабиринты науки»

секция: «Экология. Гидроэкология»

**Биоиндикация качества воды малых рек
Заволжья Чувашской Республики
по рясковому тесту**

Николаева Анна Сергеевна, ученица 10 класса

МАОУ «Гимназии №5» г.Чебоксары

Научный руководитель: Воронкова Марина Михайловна

учитель биологии МАОУ «Гимназии №5» г.Чебоксары

Чебоксары

2025

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Обзор литературы	
1.1. Экологическое состояние малых рек Чебоксар.....	4
1.2. Ряска как биоиндикатор оценки загрязнения водоемов.....	4
Глава 2. Материалы и методика работы	
2.1. Характеристика объектов и мест исследования.....	5
2.2. Методика работы.....	6
Глава 3. Обсуждение результатов исследования	
3.1. Оценка загрязнения воды малой реки Варламовка по состоянию популяций водных растений семейства Рясковых.....	7
3.2. Оценка загрязнения воды малой реки Травянка по состоянию популяций водных растений семейства Рясковых.....	8
Выводы.....	9
Список использованной литературы.....	10
Приложение А. Таблицы определения видов ряски	
Приложение Б. Таблицы определения загрязненности реки с помощью ряски	
Приложение В. Фотоматериалы точек исследования на малых реках	

Введение

Актуальность работы связана с растущим вниманием к проблемам загрязнения водоемов. Концепция устойчивого развития ООН включает цели по обеспечению чистой воды и устойчивых городов. Малые реки Травянка и Варламовка, протекающие через посёлок Сосновка (Заволжье), важны для экосистемы Московского района Чебоксар. Однако информация о состоянии этих рек недостаточна. Исчезновение малых водоемов обедняет биоразнообразие.

Цель: изучить степень загрязнения вод в малых реках Травянка и Варламовка и оценить угрозу неблагоприятного воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

Задачи: 1. Изучить состояние популяций водных растений семейства Рясковых на реке Варламовка. 2. Изучить состояние популяций водных растений семейства Рясковых на реке Травянка. 3. Оценить степень загрязненности воды в реках Варламовка и Травянка по биоиндикационным показателям растений семейства Рясковых. 4. Дать сравнительную оценку экологического состояния малых рек Заволжья Варламовки и Травянки.

Объект исследования: популяция растений семейства Рясковые (Lemnoideae).

Предмет исследования: качество воды в реках Травянка и Варламовка

Гипотеза: Предположительно, качество воды в малых реках Травянка, Варламовка является неудовлетворительным и может представлять угрозу экологическому состоянию реки Волга.

Новизна и значимость работы - впервые представлена биоиндикационная оценка вод малых рек Травянка и Варламовка по состоянию индикационных показателей водных растений семейства Рясковых.

Результаты исследований помогут в мониторинге экосистем Заволжья и улучшении качества воды в поселке Сосновка.

Глава 1. Обзор литературы

1.1 Экологическое состояние малых рек Чебоксар

По данным Министерства природных ресурсов и экологии Чувашской Республики, исследования еще 1995-1996 годов показали, увеличение уровня загрязнения малых рек Чебоксар. Загрязнение приводит к разрушению водной экосистемы и гибели обитателей. Основными загрязнителями являются пестициды, удобрения и горюче-смазочные материалы [5].

В литературе недостаточно информации об экологическом состоянии малых рек Варламовка и Травянка, так как мониторинг сосредоточен на крупных водоемах.

1.2 Ряска как биоиндикатор оценки загрязнения водоемов

Рясковые — это многолетние цветковые растения из класса Однодольные, распространенные по всему миру, кроме жарких пустынь и полярных регионов. Они особенно хорошо растут в эвтрофных водоёмах, обогащенных питательными веществами, и характеризуются высокой чувствительностью к изменениям состава воды. [6]. В 1976 г. William Hillman предложил использовать рясковые в экологических исследованиях, и к концу 1980-х годов рясковый тест стал основным методом оценки водного загрязнения [7]. Организация экономического сотрудничества и развития (OECD) и международная организация по стандартам (ISO) утвердили рясковый тест как основной метод оценки загрязнения благодаря небольшим размерам растений, быстрому росту и простоте содержания [3].

Глава 2. Материалы и методика работы

2.1 Характеристика объектов и мест исследования

Малая река Варламовка, часть ООПТ "Озеро Астраханка" в Заволжье, вытекает из озера и впадает в Чебоксарское водохранилище.

На реке выбраны три точки с различной антропогенной нагрузкой:

1. Первая точка с средней степенью антропогенной нагрузки расположена более 500 метров от наибольшего загрязнения. Здесь наблюдается экосистема

с травянистой растительностью, мутная вода и ограниченное солнечное освещение из-за отдыхающих.

2. Вторая точка с наименьшей антропогенной нагрузкой находится более 600 метров от первой. Здесь хорошее освещение и сбалансированная экосистема с наибольшим разнообразием растений.

3. Третья точка с наибольшим уровнем загрязнения находится рядом с дорогой и часто посещается рыбаками. Она имеет защитный ров для предотвращения распространения пожаров и представляет наибольшее разнообразие древесных растений, что затрудняет попадание света к ряске.

Малая река Травянка протекает в поселке Сосновка Заволжья. Воду из реки перекачивают в Волгу с помощью насосной станции, так как Травянка находится на более низком уровне. Прекращение перекачки может привести к заболачиванию окрестностей.

На реке выделяют три точки с разной антропогенной нагрузкой:

1. Первая точка расположена рядом с насосной станцией и имеет среднюю антропогенную нагрузку. Прибрежная зона занята деревьями, затрудняющими доступ к воде, и ряска произрастает в их тени.

2. Вторая точка с наименьшей загрязненностью находится более 500 метров от первой. На правом берегу много древесных растений, а с противоположной стороны деревья растут вдалеке, что обеспечивает достаточное освещение.

3. Третья точка с наибольшей антропогенной нагрузкой расположена рядом со строительством дороги в поселок Первомайское. Вода мутная, ряски здесь меньше, а недостаток света вызван близостью древесных растений.

2.2 Методика работы

Исследования проводились в летний период (июнь-август) 2024 года в течение 3 месяцев. За это время было проанализировано 18 проб по 200 растений ряски в каждой из них, всего 3600 растений. Пробы брались из мест с различной антропогенной нагрузкой на реках Варламовка и Травянка,

удаленных не менее чем на 500 метров. Отбор материала и его анализ проводился по методике Тихоновой, Кручининой [1,4].

Класс качества воды определяли по подсчитанным показателям, используя таблицу 1. Приложение Б.

Глава 3. Обсуждение результатов исследования

3.1. Оценка загрязнения воды малой реки Варламовка по состоянию популяций водных растений семейства рясковых

В ходе исследования популяций рясковых на реке Варламовка было выявлено три вида: многокоренник обыкновенный, ряска малая и ряска горбатая (Приложение А). Доминирующим видом является ряска малая, составившая в среднем 63% всех собранных образцов (Таблицы 2,3,4,6,7,8,10,11,12, Приложение Б).

В июне процент поврежденных щитков рясковых составил 27.5%. В июле он увеличился на 0.67%, достигнув 28.17%, а в августе составил 28.67% (Таблицы 1, 5, 9, Приложение Б). Основными видами повреждений были некроз и хлороз. У многокоренника обыкновенного преобладают некротические повреждения, тогда как у ряски малой – хлороз.

В течение трех месяцев наблюдается рост некротических повреждений, в августе они становятся преобладающими (Гистограмма 1, Приложение Б). Хлороз, напротив, снижается с июня по август (Гистограмма 2, Приложение Б).

Таблица 1

Оценка качества воды реки Варламовка по состояния растений семейства рясковых

№ пробы	Количество особей ряски в пробе	Суммарное количество щитков	Отношение числа щитков к числу особей	Количество поврежденных щитков	% поврежденных щитков от общего количества щитков	Класс качества воды
1	200	253	1.265	56	22,13	3
2	200	304	1.52	88	28,95	4
3	200	246	1.23	21	8,54	3

4	200	263	1.315	59	22,43	4
5	200	294	1.47	89	30,27	4
6	200	259	1.295	21	8,108	3
7	200	260	1.56	37	14,23	4
8	200	274	1.49	82	29,93	4
9	200	231	1.685	53	22,94	4
Итого	1800	2384	1,32	506	21,22	4

На одно растение ряски на реке Варламовка в среднем приходится 1,32 щитка, из которых 0.2 щитка имеют повреждения. Процент особей с поврежденными щитками составляет -21,22%. (Таблица 1)

Для вод реки Варламовка соответствует 3-4 класс качества воды. Данные показатели относятся к классам умеренно загрязненных и загрязненных вод.(Таблица 1)

Таблица 2

Поврежденность растений семейства рясковых в точках сбора с различной антропогенной нагрузкой на реке Варламовка в %

Точки сбора	июнь	июль	август
1(средняя степень)	57,5	29,5	18,5
2 (наименьшая нагрузка)	23,5	10,5	26,5
3(наибольшая нагрузка)	76,5	44,5	41,0

Наибольшее количество поврежденных растений рясковых на реке Варламовка зафиксировано в 3 точке сбора с высокой антропогенной нагрузкой. В 1 точке с минимальной нагрузкой наблюдается наименьшее количество поврежденных особей (Таблица 2). Эти результаты подтверждают чувствительность рясковых к негативным факторам среды, что позволяет использовать их как биоиндикаторы.

3.2. Оценка загрязнения воды малой реки Травянка по состоянию популяций водных растений семейства рясковых

В ходе исследования популяций рясковых на реке Травянка было выявлено три вида: многокоренник обыкновенный, ряска малая и ряска горбатая (Приложение А). Доминирующим является ряска малая, составившая в среднем 60% (Таблицы 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25. Приложение Б).

В июне количество поврежденных щитков составило 52.5%. В июле повреждения возросли на 17%, достигнув 69.5%, что стало максимумом. В августе показатель снизился на 2.17% до 67.33% (Таблицы 14, 18, 22, Приложение Б).

Таблица 5

**Оценка качества воды реки Травянка по состояния растений семейства
рясковых**

№ пробы	Количество особей ряски в пробе	Суммарное количество щитков	Отношение числа щитков к числу особей	Количество повреждённых щитков	% повреждённых щитков от общего количества щитков	Класс качества воды
1	200	332	1,66	115	34,64	4
2	200	230	1,15	47	20,43	4
3	200	346	1,73	153	44,22	4
4	200	297	1,485	134	45,12	4
5	200	315	1,575	96	30,48	4
6	200	328	1,64	187	57,01	4
7	200	312	1,56	163	52,24	4
8	200	298	1,49	103	34,56	4
9	200	337	1,685	138	40,95	4
Итого	1800	2795	1,553	1136	40,64	4

Основными биоиндикаторами состояния популяций рясковых на реке Травянка являются некроз и хлороз. У многокоренника обыкновенного выражены некротические повреждения, как и у его аналогов на реке Варламовка. У ряски малой преобладает хлороз. В июле у рясковых на реке Травянка некроз более выражен, в июле и августе хлороз и некроз проявляются в равной степени (Гистограммы 3, 4, Приложение Б).

На одно растение ряски в среднем приходится 1,55 щитка, из которых 0,4 имеют повреждения. Процент поврежденных особей составляет 40,64% (Таблица 6).

Воды реки Травянка относятся к 4 классу качества и считаются загрязненными (Таблица 6).

Таблица 6

Поврежденность растений семейства рясковых в точках сбора с различной антропогенной нагрузкой на реке Травянка в %

Точки сбора	июнь	июль	август
1(средняя степень)	54,0	67,0	81,5
2 (наименьшая нагрузка)	21,0	48,0	51,5
3(наибольшая нагрузка)	67,5	93,5	69,0

На реке Травянка наибольшее количество поврежденных растений семейства рясковых наблюдается в 3 точке сбора с высокой антропогенной нагрузкой. Наименьшее количество поврежденных особей выявлено в 1 точке с минимальной нагрузкой (Таблица 6).

Процент поврежденных растений на реке Травянка значительно выше во всех точках сбора по сравнению с рекой Варламовка. Для ряски на Варламовке максимальный процент повреждений составил 76,5%, в то время как на Травянке он достиг 93,5%, что указывает на более высокую степень загрязненности воды на Травянке.

ВЫВОДЫ

1. Видовое разнообразие семейства рясковых на малых реках Заволжья Варламовка и Травянка представлено 3 видами – многокоренник обыкновенный, ряска малая и ряска горбатая.
2. Доминирующим видом в сборах на исследуемых реках является ряска малая (в среднем 60-63%).

3. Среднее отношение количества щитков у ряски на обеих реках к числу особей в среднем составляет 1.4 (колеблется от 1.2 до 1.7)
4. На одно растение ряски на реке Варламовка в среднем приходится 1,32 щитка, из которых 0.2 щитка имеют повреждения. Процент особей с поврежденными щитками составляет -21,2%.
5. На одно растение ряски на реке Травянка в среднем приходится 1,55 щитка, из которых 0.4 щитка имеют повреждения. Процент особей с поврежденными щитками составляет -40,64%.
6. В начале лета в июне преобладающим повреждением рясковых на реках Варламовка и Травянка является - хлороз, в конце лета – некроз.
7. Процент поврежденных растений для реки Травянка значительно выше во всех точках сбора, независимо от степени антропогенной нагрузке, чем на реке Варламовка. Для ряски на реке Варламовка самый высокий процент от числа поврежденных особей составил 76.5%, а на реке Травянка 93,5%.
8. Степень загрязнения водоемов: Травянка – 4 класс, Варламовка - 3.63 (3-4 класс). что соответствует классам умеренно загрязненных и загрязненных вод.

Список литературы и интернет - источников

1. Биомониторинг состояния окружающей среды: учебное пособие / Под. ред. проф. И.С. Белюченко, проф. Е.В. Федоненко, проф. А.В. Смагина. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – 153 с.; илл.; приложения
2. Мисейко, Г.Н., Безматерных Д.М., Тушкова Г.И. Биологический анализ качества пресных вод- Барнаул: АлтГУ, 2001, 201 с.
3. Опекунова, М.Г. Биоиндикация загрязнений – С.-Пб: СПГУ, 2016, с.9
4. Тихонова, И.О., Кручинина Н.Е. Экологический мониторинг водных объектов.- М.: 2020, с. 34-46
5. Министерство природных ресурсов и экологии Чувашской Республики - Об изменениях речных систем малых рек под влиянием хозяйственной деятельности в условиях Чувашской Республики <http://minpriroda.cap.ru/news/2005/04/02/ob-izmeneniyah-rechnih-sistem-malih-rek-pod-vliyaniem>

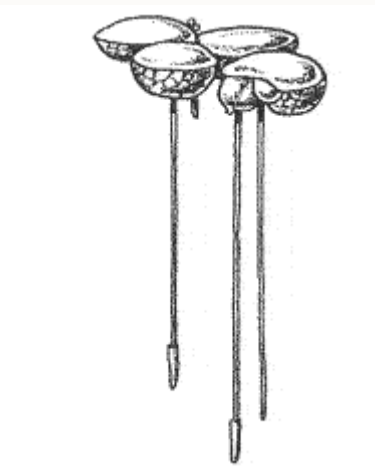
6. Ряска как индикатор загрязнения водоёма

https://globallab.org/ru/project/inquiry/rjaska_kak_indikator_zagrjaznenija

7. Рясковые – биоиндикаторы качества водной среды <https://rep.vsu.by/bitstream/123456>

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение А. Определительная таблица семейства рясковых

Вид ряски	Особенности	Фотография
Многокоренник обыкновенный (<i>Spirodela polyrrhiza</i>)	Корней на материнском щитке или на крупных дочерних – несколько (больше одного); если корни не развиты, материнский щиток крупный, 5-10 мм	
Ряска горбатая (<i>Lemna gibba</i>)	Щиток округлый, с нижней стороны щитка отчетливо выражено вздутие	
Ряска малая (<i>Lemna minora</i>)	Нет вздутия на нижней стороне, щиток округлый	

Приложение Б. Гистограммы. Таблицы

Таблица 1

Таблица экспресс-оценки качества воды по ряске

Доля поврежденных щитков, %	Отношение числа щитков к числу особей вида в пробе				
	0.1	1.3	1.7	2.0	2.0
0	1-2	2	3	3	3
10	3	3	3	3	3
20	3	4	3	3	3
30	4	4	4	3	3
40	4	4	4	3	3
50	4	4	4	3	-
50	4	4	4	-	-
50	5	5	-	-	-

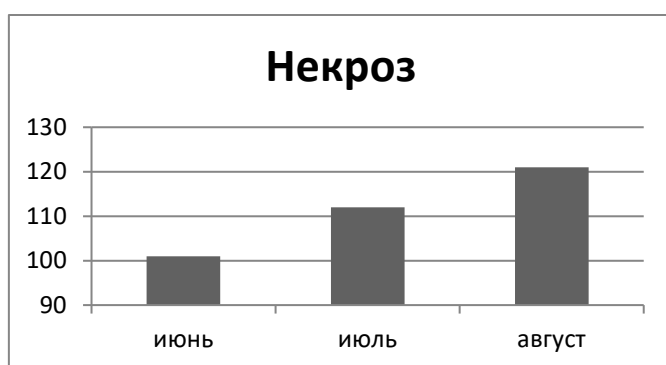
В верхней строке найдите графу, которой соответствует ваш первый показатель (число щитков/ число особей).

В столбце слева найдите графу, которая соответствует вашему проценту поврежденных щитков. На пересечении вашего столбца и строчки в клетке будет стоять какая-то цифра. Это и есть степень чистоты воды:

- 1- очень чистая
- 2 - чистая
- 3- умеренно загрязненная
- 4 - загрязненная
- 5 - грязная.

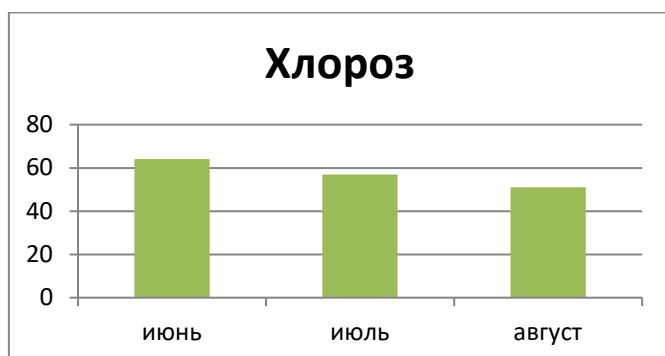
Гистограмма 1

Некротические повреждения ряски на реке Варламовка



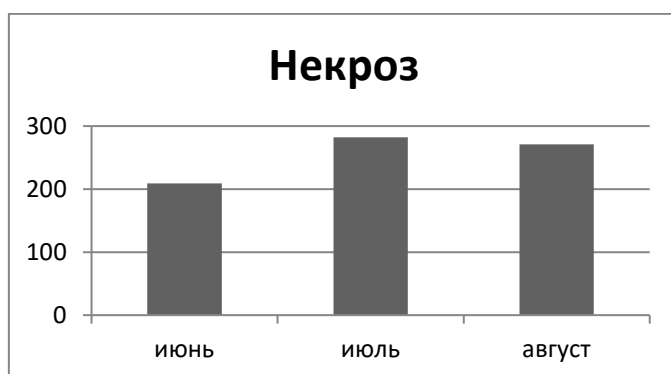
Гистограмма 2

Хлорозные повреждения ряски на реке Варламовка



Гистограмма 3

Некротические повреждения ряски на реке Травянка



Гистограмма 4

Хлорозные повреждения ряски на реке Травянка

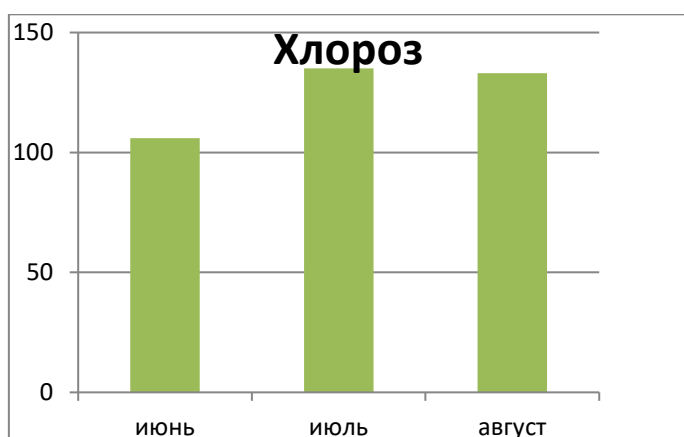


Таблица 2

Общая оценка состояния растений семейства рясковых в пробах реки Варламовка (июнь)

Точки	кол-во особей	кол-во щитков	некроз (особей)	хлороз (особей)
1	200	332	73	42
2	200	230	22	25
3	200	346	114	39

Таблица 3

**Оценка состояния видового разнообразия растений семейства
рясковых в пробах реки Варламовка (июнь) в точке 1**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	65	47	5
ряска малая	114	16	28
ряска горбатая	21	10	9

Таблица 4

**Оценка состояния видового разнообразия растений
семейства рясковых в пробах реки Варламовка (июнь) в
точке 2**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	15	2	4
ряска малая	138	17	19
ряска горбатая	47	3	2

Таблица 5

**Оценка состояния растений семейства рясковых в пробах
реки Варламовка (июнь) в точке 3**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	73	48	7
ряска малая	109	54	29
ряска горбатая	18	12	3

Таблица 6

**Общая оценка состояния растений семейства рясковых в
пробах реки Варламовка (июль)**

Точки	кол-во особей	кол-во щитков	некроз (особей)	хлороз (особей)
1	200	263	34	25
2	200	294	61	28
3	200	259	17	4

Таблица 7

**Оценка состояния видового разнообразия растений семейства рясковых
в пробах реки Варламовка (июль) в точке 1**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	47	12	8
ряска малая	134	15	11
ряска горбатая	19	7	6

Таблица 8

**Оценка состояния видового разнообразия растений семейства рясковых
в пробах реки Варламовка (июль) в точке 2**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	41	4	5
ряска малая	118	19	11
ряска горбатая	41	3	4

Таблица 9

**Оценка состояния видового разнообразия растений семейства рясковых в
пробах реки Варламовка (июль) в точке 3**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	47	12	8
ряска малая	134	15	11
ряска горбатая	19	7	6

**Общая оценка состояния растений семейства рясковых в
пробах реки Варламовка (август)**

Точки	кол-во особей	кол-во щитков	некроз (особей)	хлороз (особей)
1	200	260	22	15
2	200	274	56	26
3	200	231	43	10

Таблица 11

**Оценка состояния видового разнообразия растений семейства рясковых
в пробах реки Варламовка (август) в точке 1**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	43	2	0
ряска малая	108	17	11
ряска горбатая	49	3	4

Таблица 12

**Оценка состояния видового разнообразия растений семейства рясковых
в пробах реки Варламовка (август) в точке 2**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	41	7	1
ряска малая	127	34	16
ряска горбатая	32	15	9

Таблица 13

**Оценка состояния видового разнообразия растений семейства рясковых в
пробах реки Варламовка (август) в точке 3**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	34	6	2
ряска малая	140	20	5
ряска горбатая	26	17	3

Таблица 14

**Оценка состояния растений семейства рясовых в пробах реки
Травянка (июнь)**

Точки	кол-во особей	кол-во щитков	некроз (особей)	хлороз (особей)
1	200	332	76	32
2	200	230	20	22
3	200	346	103	32

Таблица 15

**Оценка состояния растений семейства рясовых в пробах реки
Травянка (июнь) в точке 1**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	15	2	4
ряска малая	138	17	19
ряска горбатая	47	3	2

Таблица 16

**Оценка состояния растений семейства рясовых в пробах реки
Травянка (июнь) в точке 2**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	65	47	5
ряска малая	114	16	28
ряска горбатая	21	10	9

Таблица 17

**Оценка состояния растений семейства рясовых в пробах реки
Травянка (июнь) в точке 3**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
------	--------	--------	--------

Многокоренник обыкновенный	73	48	7
ряска малая	109	54	29
ряска горбатая	18	12	3

Таблица 18

**Оценка состояния растений семейства рясковых в пробах реки
Травянка (июль)**

Точки	кол-во особей	кол-во щитков	некроз (особей)	хлороз (особей)
1	200	297	81	53
2	200	315	59	37
3	200	328	142	45

Таблица 19

**Оценка состояния растений семейства рясковых в пробах реки
Травянка (июль) в точке 1**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	54	49	15
ряска малая	129	26	34
ряска горбатая	17	6	4

Таблица 20

**Оценка состояния растений семейства рясковых в пробах реки
Травянка (июль) в точке 2**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	27	19	13
ряска малая	122	35	21
ряска горбатая	51	5	3

Таблица 21

**Оценка состояния растений семейства рясковых в пробах реки
Травянка (июль) в точке 3**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	79	51	3
ряска малая	108	62	35
ряска горбатая	13	29	7

Таблица 22

**Оценка состояния растений семейства рясковых в пробах реки
Травянка (август)**

Точки	кол-во особей	кол-во щитков	некроз (особей)	хлороз (особей)
1	200	312	105	58
2	200	298	70	33
3	200	337	96	42

Таблица 23

**Оценка состояния растений семейства рясковых в пробах реки
Травянка (август) в точке 1**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	48	47	9
ряска малая	108	43	37
ряска горбатая	44	15	12

Таблица 24

**Оценка состояния растений семейства рясковых в пробах реки
Травянка (август) в точке 2**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	45	23	8
ряска малая	108	38	20
ряска горбатая	47	9	5

Таблица 25

**Оценка состояния растений семейства рясковых в пробах реки
Травянка (август) в точке 3**

Виды	кол-во	некроз	хлороз
Многокоренник обыкновенный	73	34	13
ряска малая	100	45	22
ряска горбатая	27	17	7

**Приложение В. Фотоматериалы точек исследования рек
Река Варламовка**

Место сбора 1 точка



Место сбора 2 точки



Место сбора 3 точки



Фото Травянки

1 точка сбора



2 точка сбора

3 точка сбора

