

МАОУ СОШ № 2 с углублённым изучением отдельных предметов г. Туймазы
муниципального района Туймазинский район Республики Башкортостан

Альгоиндикация состояния реки Усень
(Туймазинский район)

Мухаметшиной Элины, учащейся 10 класса

МАОУ СОШ № 2 г. Туймазы

Научный руководитель: Мухамадеева Альбина
Флуровна, Учитель, МАОУ СОШ № 2 г. Туймазы

г. Туймазы, 2025 год

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I. Альгоиндикация как метод оценки состояния окружающей 4 среды (обзор литературы)	
1.1. Основные группы пресноводных водорослей	4
1.2. Общее понятие об альгоиндикации	5
Глава II. Материалы и методика исследования	6
2. 1. Характеристика района исследования	6
2.2. Методика исследований	6
Глава III. Результаты и обсуждение	8
Выводы	9
Литература	10
Приложение 1. Рисунки 1-21	11
Приложение 2. Таблица 1	22

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Микроскопические водоросли и цианобактерии - это организмы, которые живут повсюду - в водоемах, почвах, на коре деревьев и даже в атмосфере на высоте до нескольких тысяч метров. Они играют важную роль в природе и для человека. Изучая водоросли и цианобактерии, можно оценить качество окружающей среды, в том числе и воды в реках. Это особенно актуально для тех рек, подверженных негативному влиянию человека. К числу таких рек относится и река Усень. Раньше река Усень была шире, в ней ловили рыбу, здесь летом обитали утки и все лето квакали лягушки.

Однако в Туймазинском районе река сильно отличается от Белебеевской бурым цветом воды, а в неглубоких местах дно даже не видно, рыба в реке почти не стало, многие туймазинцы не решаются купаться в Усене. Использование навозных стоков на удобрение, размещение складов удобрений и горючесмазочных материалов, животноводческих ферм, складирование навоза, мусора, вырубка лесов, стоянка, заправка топливом, мойка и ремонт автотракторного парка. Мы видим множество нарушений водоохранной зоны: пашня и пастбища до самого крупного берега, мусорные свалки на берегу. Крупным загрязнителем является автозаправка возле Красной горки и действующая буровая возле Кендектомака.

Гипотеза. В результате антропогенного воздействия наблюдается уменьшение численности водорослей и цианобактерий.

Целью является оценка экологического состояния реки Усень по видовому составу водорослей и цианобактерий.

Исходя из цели, были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ литературы по теме работы.
2. Отобрать пробы воды в реке Усень.
3. Определить видовой состав водорослей и цианобактерий в 2025 году и сравнить с результатами 2024 года и оценить динамику экологического состояния реки Усень.

Объект исследования. Водоросли и цианобактерии реки Усень.

ГЛАВА I. АЛЬГОИНДИКАЦИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Основные группы пресноводных водорослей

Водоросли - разнородная по происхождению группа низших фототрофных организмов, обитающих в основном в водоёмах (Большая российская энциклопедия, 2016). Исключительное разнообразие размеров, форм, сред обитания и стратегий роста водорослей делает их перспективными объектами для исследований (Barsanti, Gualtieri, 2014).

Пресноводные водоросли можно классифицировать в несколько основных групп на основе их характеристик и морфологии. Пресноводные цианобактерии (Cyanobacteria) представляют собой микроскопические организмы, которые принадлежат к группе бактерий, известных как цианобактерии или синие водоросли. Они имеют сине-зеленую окраску. Они способны осуществлять фотосинтез и использовать свет для превращения углекислого газа и воды в органические вещества (Большая российская энциклопедия, 2016).

Пресноводные зеленые водоросли (Chlorophyta) - это организмы из царства растений, которые произрастают в пресной воде и относятся к группе зеленых водорослей. Они обладают хлорофиллом, который придает им зеленый цвет и позволяет проводить фотосинтез, производя органические соединения из углекислого газа и света. Пресноводные зеленые водоросли могут быть найдены в различных водоемах, таких как озера, реки, пруды и болота.

Эти организмы имеют разнообразные формы и размеры, и они играют важную роль в экосистемах пресноводных водоемов. Некоторые из них могут образовывать большие зеленые колонии, которые служат пищей для различных водных организмов, а также могут оказывать влияние на качество воды и ее химический состав.

Пресноводные диатомовые водоросли (Bacillariophyta) представляют собой группу одноклеточных микроскопических организмов, которые

обитают в пресных водоемах. Диатомовые водоросли имеют силикатные (кремневые) оболочки, которые придают им характерную форму и структуру. Эти оболочки защищают клетки и придают им прочность. Диатомовые водоросли представляют собой важный компонент экосистем пресноводных водоемов и играют существенную роль в поддержании биоразнообразия и стабильности водных экосистем (Большая российская энциклопедия, 2016).

Желтозеленые водоросли (Xanthophyceae) включают разнообразные виды с разными характеристиками и пигментами, включая бурые и желтые водоросли. Эта группа водорослей известна чувствительностью ко многим видам антропогенного загрязнения (Большая российская энциклопедия, 2016).

1.2. Общее понятие об альгоиндикации

Биоиндикация - это метод оценки абиотических и биотических факторов окружающей среды с использованием биологических систем (Вайнерт и др., 1988). Организмы, присутствие, количество или особенности развития которых служат индикаторами природных процессов, условий или антропогенных изменений в среде обитания, называются биоиндикаторами (Шуберт, Кальвейт, 1979; Большая российская энциклопедия, 1986).

Использование водорослей в биоиндикации является одним из методов оценки качества водных экосистем и уровня загрязнения воды. Этот метод называется альгоиндикацией (Кабиров, 1995). Водоросли чувствительны к окружающей среде и могут служить индикаторами экологического состояния водных бассейнов. Изучая, какие виды водорослей преобладают в данной водной среде и как их разнообразие меняется в ответ на изменения условий, исследователи могут сделать выводы о качестве воды и наличии загрязнений. (Кабиров, 1995).

Таким образом, альгоиндикация очень важна для оценки экологического состояния водных систем и помогает содействовать их сохранению и восстановлению (Кабиров, 1995).

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика района исследования

Туймазы – город в Республике Башкортостан Российской Федерации.

Является муниципальным образованием в статусе городского поселения, административным центром Туймазинского района. Расположен в Предуралье на правом берегу реки Усень^[3], является одним из центров нефтедобывающей промышленности республики. Туймазы — важный транспортный узел на западе [Башкирии](#). Течёт с юго-востока на северо-запад по территории района. Берёт начало в 5 км севернее д. Красная Заря Белебеевского района. Впадает в реку Ик с правого берега на 342 км от устья. Длина реки 147 км, падение — 299 м, средний уклон реки 2,03 м/км. Площадь водосбора 2460 км², расход воды 8,05м³/сек. Половодье на р. Усень начинается в конце марта и заканчивается в последних числах мая, пик половодья наступает в начале — середине апреля, который является самым многоводным месяцем.

2.2. Методика исследований

Первый этап исследований включал отбор проб 16 сентября 2024 года. Пробы воды были отобраны в реке Усень 2 точках (Приложение 1, Рисунок 1): 1 –возле моста; 2 –автозаправка возле Красной горки; На втором этапе исследований пробы воды отбирали 24 сентября 2025 года (Приложение 1, Рисунок 2) в этих же точках.

Воду набирали пластиковые банки путем зачерпывания (Приложение 1, Рисунки 2, 3). Исследования проводили в лаборатории на территории МАОУ СОШ №2 города Туймазы.(Приложение 1, Рисунок 4). Для определения видов использовали современные определители

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2024 году в реке Усень было обнаружено 22 вида водорослей и цианобактерий, относящихся к 5 отделам: Cyanobacteria (Цианобактерии) - 6, Chlorophyta (Зеленые водоросли) - 1, Euglenozoa (Евглены) - 1, Ochrophyta (Охрофиты) - 13 (Bacillariophyceae (Диатомовые) -12, Xanthophyceae (Желтозеленые) - 1), Streptophyta (Стрептофитовые) - 1 (Приложение 1, Рисунок 6, Приложение 2, Таблица 1). В 2024 году было обнаружено 17 видов из 3 отделов: Cyanobacteria (Цианобактерии) - 4 вида, Chlorophyta (Зеленые водоросли) - 2 вида, Ochrophyta (Охрофиты) (Диатомовые водоросли) - 11 видов (Приложение 1, Рисунок 6, Приложение 2, Таблица 1).

В 2024 году было обнаружено 6 видов цианобактерий, в том числе такие виды, как *Spirulina platensis* (Приложение 1, Рисунок 8), *Synechococcus aeruginosus* (Приложение 1, Рисунок 9), *Phormidium breve* (Приложение 1, Рисунок 10) и виды рода *Leptolyngbya* (Приложение 1, Рисунок 11) (Приложение 2, Таблица 1). В 2025 году было идентифицировано 3 вида цианобактерий, в том числе *Leptolyngbya fragilis* (Приложение 1, Рисунок 12).

В 2024 году была обнаружена *Euglena mutabilis*, которая сочетает черты как растений, так и животных (Приложение 1, Рисунок 13). В 2025 году этот вид не был найден.

Наибольшим числом видов были представлены диатомовые водоросли. В 2024 году было обнаружено 12 видов, в 2025 - 11 видов. В 2024 году наиболее разнообразным был род *Nitzschia*, представленный 4 видами: *N. acicularis* (Приложение 1, Рисунок 14), *N. fonticola*, *N. palea* и *N. reversa* (Приложение 1, Рисунок 15). В 2025 году была обнаружена *Nitzschia linearis* (Приложение 1, Рисунок 16). В 2024 году наиболее распространенными видами были *Gyrosigma acuminatum* (Приложение 1, Рисунок 17) и *Nitzschia reversa*. В 2025 году во всех пробах был обнаружен *Neidium* sp. (Приложение 1, Рисунок 18).

В 2024 году к зеленым водорослям относился *Stigeoclonium* sp., к стрептофитовым - *Spirogyra* sp. (Приложение 1, Рисунок 19), к желтозеленым

- *Tribonema* sp. (Приложение 1, Рисунок 20). В 2025 году были обнаружены представители зеленых водорослей *Monoraphidium griffithii* (Приложение 1, Рисунок 21) и *Monoraphidium irregulare* (Приложение 1, Рисунок 22).

Следует особо отметить, что в 2025 году не были обнаружены представители желтозеленых водорослей, которые являются показателями чистоты воды. Этот факт является еще одним доказательством ухудшения состояния реки Усень.

Таким образом, наши исследования показали, что в 2025 году сравнению с 2024 годом отмечалось ухудшение состояния реки, это можно увидеть по уменьшению числа видов с 22 до 17, числа обнаруженных отделов с 5 до 3, а также исчезновение желтозеленых водорослей, что связано с загрязнением воды. Метод альгоиндикации можно использовать для изучения состояния рек и других водоёмов, загрязнении из-за воздействия человека.

ВЫВОДЫ

1. Исследования показали, что в реке Усень в 2025 году стало меньше водорослей и цианобактерий по сравнению с 2024 году из-за влияния человека. В 2024 году в реке Усень было обнаружено 22 вида водорослей и цианобактерий, относящихся к 5 отделам: Cyanobacteria (Цианобактерии) - 6, Chlorophyta (Зеленые водоросли) - 1, Euglenozoa (Евглены) - 1, Ochrophyta (Охрофиты) - 13 (Bacillariophyceae (Диатомовые) - 12, Xanthophyceae (Желтозеленые) - 1), Streptophyta (Стрептофитовые) - 1. В 2025 году было обнаружено 17 видов из 3 отделов: Cyanobacteria (Цианобактерии) - 4 вида, Chlorophyta (Зеленые водоросли) - 2 вида, Ochrophyta (Охрофиты) (Диатомовые водоросли) - 11 видов.

2. Метод альгоиндикации можно использовать для оценки экологического состояния других экосистем, в особенности подверженных негативному антропогенному воздействию.

3. Водоросли и цианобактерии можно выделить в чистые культуры и использовать в биотехнологии для создания экологически безопасных препаратов для сельского хозяйства и новых лекарств.

ЛИТЕРАТУРА

Большая российская энциклопедия. Москва: Большая Российская энциклопедия, 2016.

Кабилов Р.Р. Альтотестирование и альтотиндикация (методические аспекты, практическое использование). Изд-во Баш. гос. пед. ин-та. Уфа. 1995. -124 с.

Мещерякова В.Г. Конкурентные преимущества и особенности Дёмского района городского округа город Уфа Республики Башкортостан. Анализ сильных и слабых сторон, возможностей и угроз / стратегия устойчивого развития регионов России. Сборник материалов XXXVIII Всероссийской научно-практической конференции. Под общей редакцией С.С. Чернова. 2017. С.50-57.

Почвы Башкортостана. Т. 1. Эколого-генетическая и агропроизводственная характеристика // Под ред. Ф.Х. Хазиева. Уфа: Гилем, 1995. 384 с.

Barsanti L., Gualtieri P. Algae: anatomy, biochemistry, and biotechnology. New York: CRC Taylor & Francis, 2nd Edition. 2014. 361 p.

Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 2. Teil: Oscillatoriales /SuBwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/2. Jena; Stuttgart; Lubek. Ulm, 2005. 759 p.

Komarek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. Teil 1/Part 1: Chroococcales. /SuBwasserflora von Mitteleuropa. Edited by H. Ettl, G. Gardner, H. Heynig, D. Mollenheuer. Gustav Fischer, Jena 1998. Bd. 19/1. 548 p.

Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae, Naviculaceae. Suewasserflora von Mitteleuropa. Band 2/1. Berlin, Spectrum Academiche Verlag. 1986. 876 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



Рисунок 1 - Карта отбора проб



Рисунок 2 - Отбор проб в 2024 году



Рисунок 3 – Отбор проб в 2025 году



Рисунок 4 - Процесс определения водорослей и цианобактерий в 2025 году



Рисунок 5 – Исследуемый материал

Неправильный лист, который не нужен



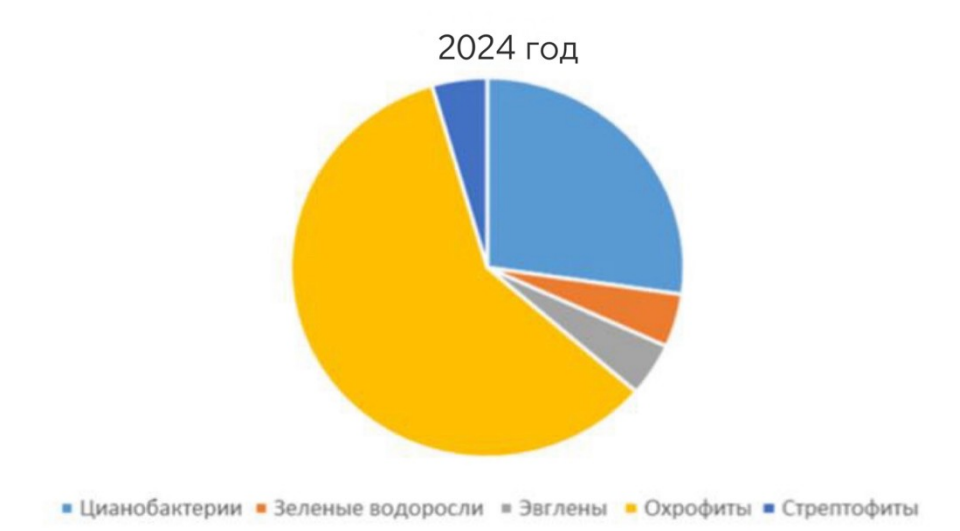


Рисунок 6 - Видовой состав водорослей и цианобактерий реки
Усень в 2024 году

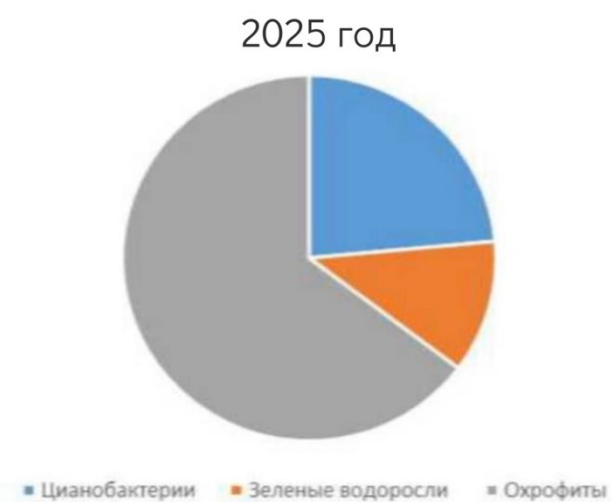


Рисунок 7 - Видовой состав водорослей и цианобактерий реки
Усень в 2025 году



Рисунок 8 - *Spirulina platensis*



Рисунок 9 - *Synechococcus aeruginosus*



Рисунок 10 - *Phormidium breve*



Рисунок 11 - *Leptolyngbya* sp.2



Рисунок 12 - *Leptolyngbya fragilis*



Рисунок 13 - *Euglena mutabilis*



Рисунок 14 - *Nitzschia acicularis*



Рисунок 15 - *Nitzschia reversa*



Рисунок 16 - *Nitzschia linearis*



Рисунок 17 - *Gyrosigma acuminatum*



Рисунок 18 - *Neidium* sp.



Рисунок 19 - *Spirogyra* sp.



Рисунок 20 - *Tribonema* sp.



Рисунок 21 - *Monoraphidium griffithii*



Рисунок 22 - *Monoraphidium irregular*

Проба			2		3		4		5	5*
Таксон	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025
Цианобактерии ПРИЛОЖЕНИЕ 2										
<i>Arthrospira platensis</i> Gomont (= <i>Spirulina platensis</i>)	+	Таблица 1. Водоросли и цианобактерии и реки Усень	+				+			
<i>Phormidium breve</i> (Kutzing ex Gomont) <i>Anagnostidis</i> & Komarek	+			+			+			
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) <i>Anagnostidis</i> & Komarek						+				
<i>Leptolyngbya</i> sp.1	+									
<i>Leptolyngbya</i> sp.2			+							
<i>Leptolyngbya</i> sp.3			+							
<i>Leptolyngbya</i> sp.4										
<i>Synechococcus aeruginosus</i> Nageli							+		+	
<i>Trichocoleus hospilus</i> (Hansgirg ex Forti) <i>Anagnostidis</i>			+							
Chlorophyta 3										
<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) <i>Komarkova-Legnerova</i>				+						
<i>Monoraphidium irregulare</i> (G.M.Smith) <i>Komarkova-Legnerova</i>								+		
<i>Sligeoclonium</i> sp.	+									
Ochrophyta										

Bacillariophyceae 20										
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> Pfitzer				+				+		
<i>Cocconeis</i> sp.							+			
<i>Cylindrotheca</i> sp.							+		+	
<i>Fallacia californica</i> Stancheva & Manoylov								+		
<i>Fragilaria tenuistrita</i> Ostrup										
<i>Geissleria</i> sp.		+								
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kutzing) Rabenhorst	+		+				+		+	
<i>Luticola ventricosa</i> (Kutzing) D.G.Mann							+			
<i>Navicula cryptocephala</i> Kutzing							+			
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg								+		
<i>Navicula lundii</i> E.Reichardt								+		
<i>Navicula veneta</i> Kutzing							+			
<i>Navicula vilaplana</i> (Lange-Bertalot and Sabater) Lange-Bertalot & Sabater							+			
<i>Navicula</i> sp.		+								
<i>Neidium</i> sp.		+		+				+		+
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kutzing) W.Smith							+			+
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow							+			

<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith				+						
<i>Nitzschia palea</i> (Kutzing) W.Smith		+		+			+			
<i>Nitzschia reversa</i> W.Smith	+	+					+			+
Xanthocyceae										
<i>Tribonema</i> sp.	+		+	+					+	
Euglenophyta										
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Muller) Ehrenberg	+									
Streptophyta										
<i>Spirogyra</i> sp.					+		+			