

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Применение гибридного биосорбента для  
очистки промышленных сточных вод от  
радиоактивных примесей**

*Выпускная квалификационная работа  
на соискание степени магистра*

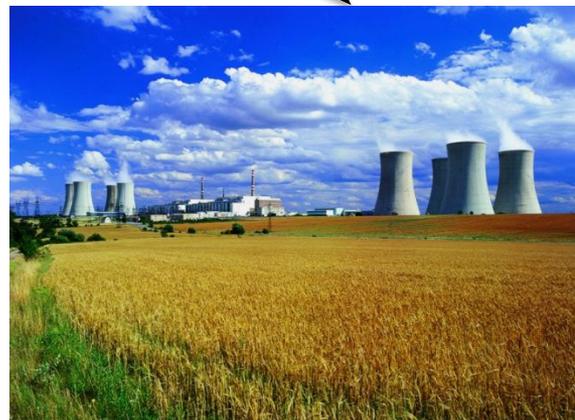
*Васильева Мария Михайловна*

*Томск - 2016*

- РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД



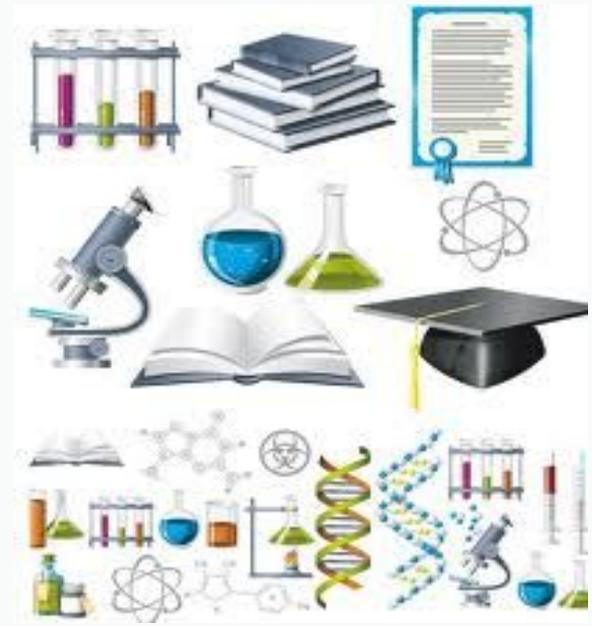
Карнотит — минерал,  
водный уранованадат калия.



Атомная электростанция

# Цель исследований

- Создание композитного биосорбента, который позволит эффективно проводить очистку промышленных сточных вод от примесей тяжёлых металлов и радионуклидов.



# Использование ультразвуковой активации

Таблица 1. Сорбция урана нанопорошком оксида

меди

CuO	50 mg/l	20 mg/l	10 mg/l	5 mg/l	2 mg/l	initial conc.
Без УЗ	0,85	4,5	18,7	82,3	116,7	124
С УЗ	3,17	3,5	7,1	41,6	55,9	124
Степень сорбции	99,3	96,4	84,9	33,6	33,0	
Степень сорбции с УЗ	97,4	97,2	94,3	66,5	67,9	

# Использование ультразвуковой активации

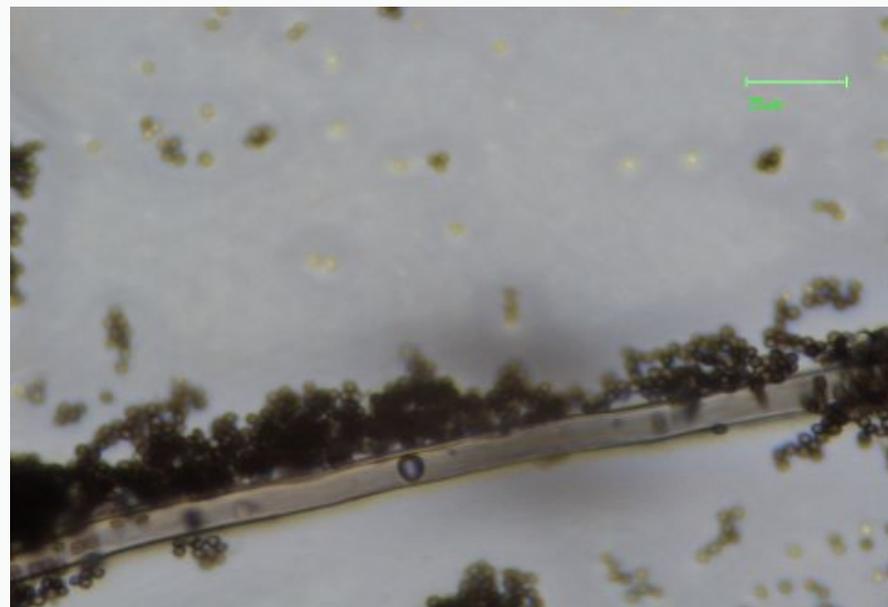
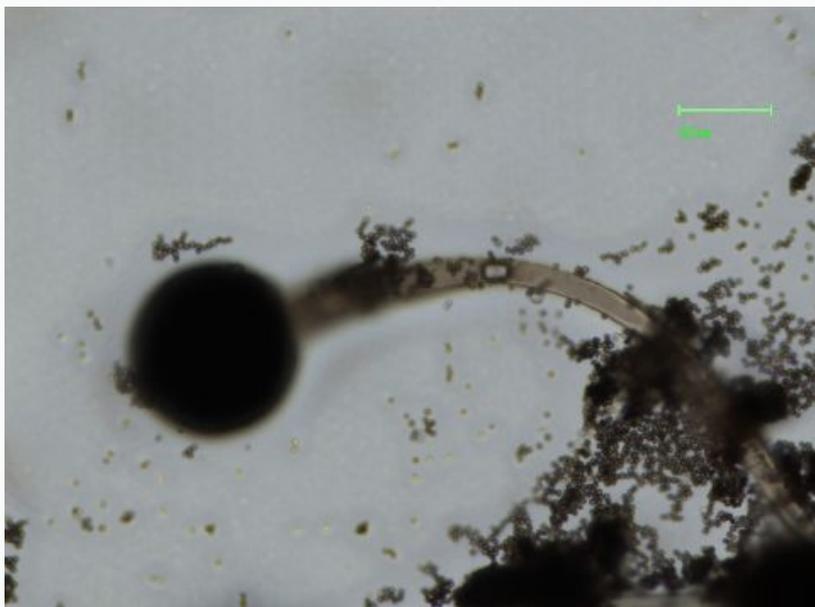
Таблица 2. Сорбция урана нанотрубками диоксида

TiO <sub>2</sub>	титана					initial conc.
	50 mg/l	20 mg/l	10 mg/l	5 mg/l	2 mg/l	
Без УЗ	19,3	63,5	23,4	55,9	70,1	293,5
С УЗ	18	21,7	19,8	21,9	33,5	293,5
Степень сорбции	93,4	78,4	92,0	81,0	59,8	
Степень сорбции с УЗ	93,9	92,6	93,3	92,5	80,8	

# Получение композитного биосорбента

Регистрационный номер штамма: F-894

Название штамма: *Aspergillus niger*.

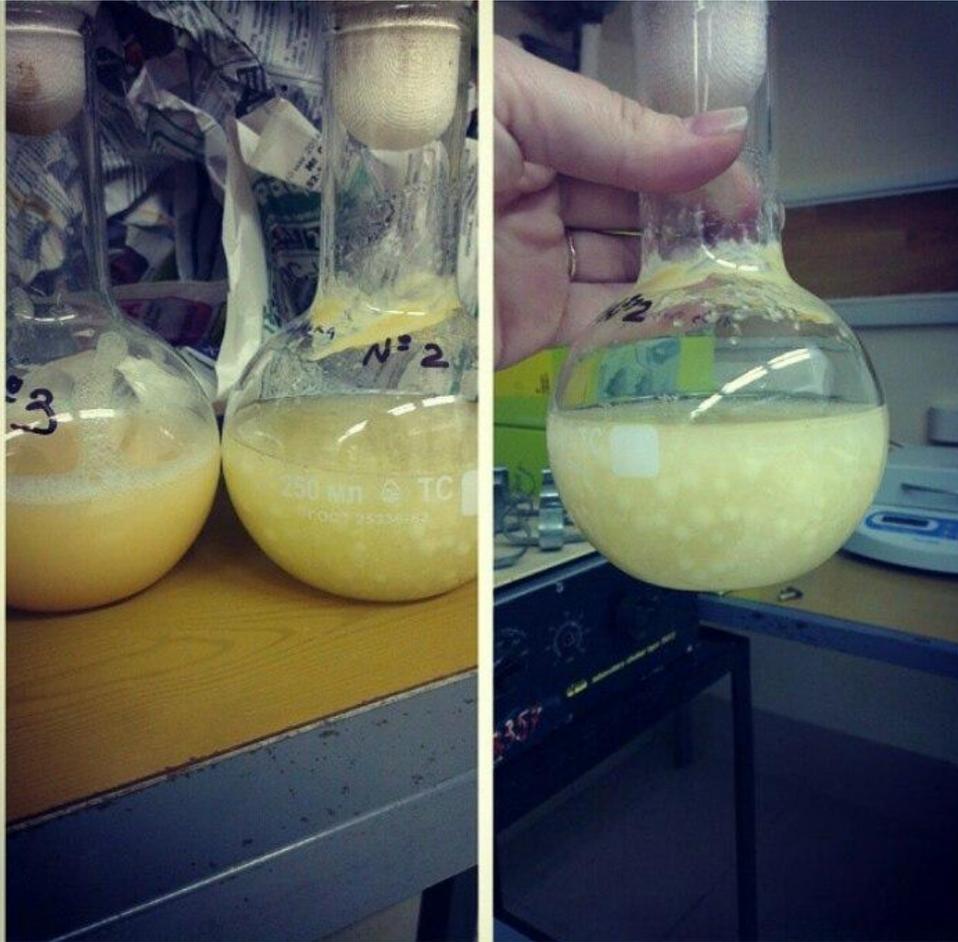


# Получение композитного биосорбента

Для культивации плесневых грибов была выбрана питательная среда (ГРМ-9 САБУРО).

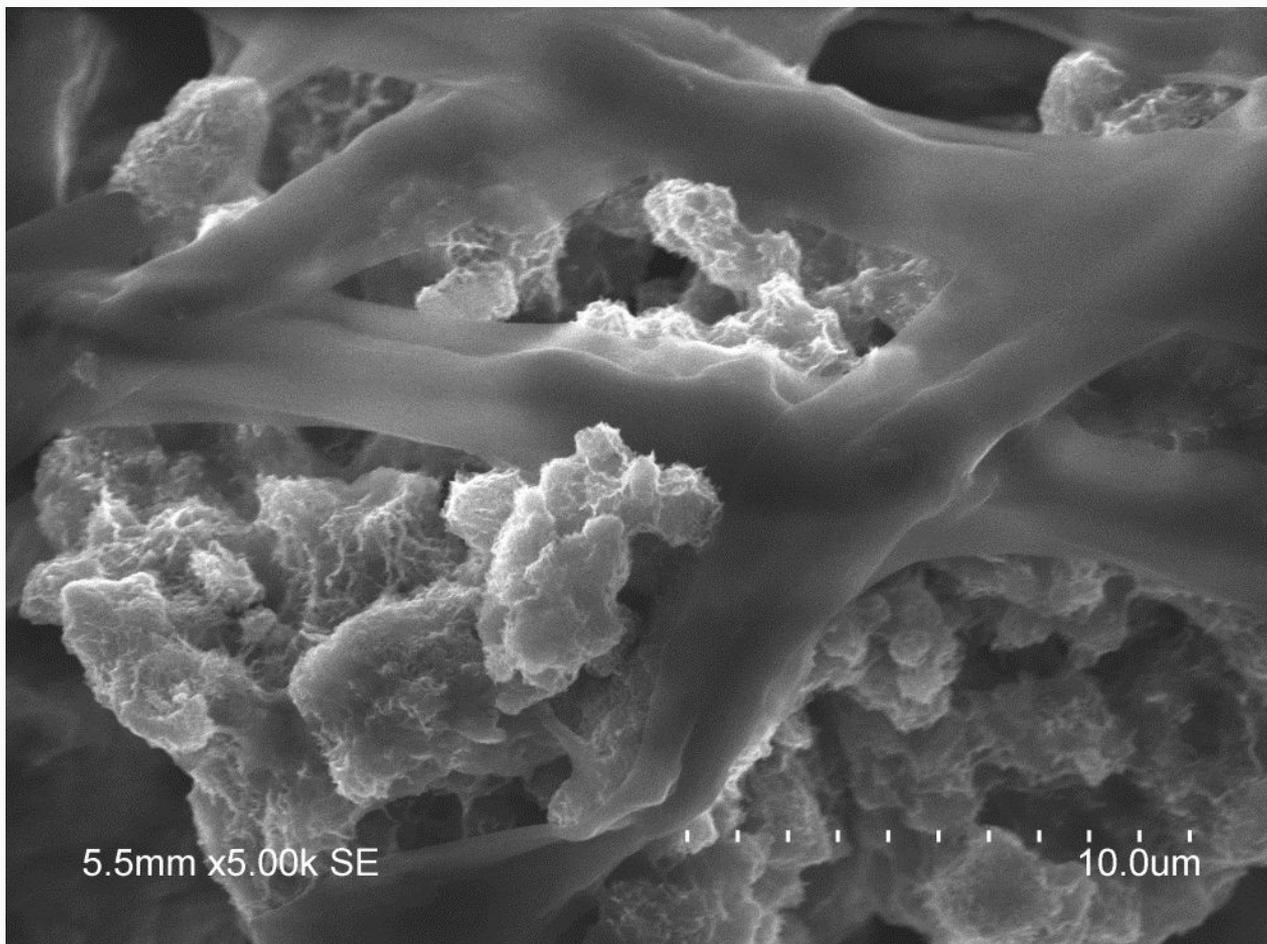
- **Состав питательной среды ГРМ-9:**

- Панкреатический гидролизат рыбной муки
- Пептон ферментативный
- Натрия хлорид



Мицелий *Asp.niger* инкубированный на шейкере в течении 6 дней. Фото автора

# Получение композитного биосорбента



TEM Asp.niger + CuO

# Сорбция радионуклидов в промышленных водных средах

Анализ сорбции в пром.стоках предприятия (масса сорбента 1 и 0,1 грамм (влажного веса), объем раствора 5 мл)

	Масса сорбента, грамм	1	2	3	4	5	Средняя концентрация уранил-иона, мкг/л	Степень сорбции, %
Сток завода		749,5	751	751,3	745,5	747,5	748,96	
A.niger + TiO <sub>2</sub>	1	253,1	251,6	249,9	252,3	252,3	252,27	66,31
		252,8	254,2	251,6	253	251,9		
A.niger + CuO	1	93,8	94,1	92,53	92,85	93,09	94,69	87,35
		96,7	96,2	96,6	95,67	95,4		

**Атомно-эмиссионный анализ технической воды до и после сорбции с применением композитного биосорбента на основе мицелия плесневого гриба и наночастиц оксида меди.**

№п/п	Элемент	Исходная конц. воды, мг/л	Asp+CuO № 1, мг/л	Asp+CuO № 2, мг/л	Asp+CuO № 3, мг/л	Asp+CuO № 4, мг/л	Asp+CuO № 5, мг/л	±δ %
1	B	0,396	0,375	0,372	0,385	0,388	0,371	24
2	Ba	0,129	0,126	0,127	0,126	0,152	0,154	20
3	Cd	0,0006	0,0007	0,0007	0,0008	0,0007	0,0007	36
4	Co	0,0031	0,0012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	26
5	Cr	0,0025	0,0027	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	26
6	Cu	0,018	4,89	5,78	5,03	5,34	6,89	42
7	Fe	0,013	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	24
8	Mn	2,45	2,39	2,34	2,43	2,49	2,39	18
9	Pb	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	42
10	Sn	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	34
11	Sr	1,31	1,25	1,22	1,27	1,32	1,28	15
12	Ti	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	42
13	Zn	0,044	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	34

**Результаты атомно-эмиссионного элементного анализа технической воды до и после сорбции с применением композитного биосорбента на основе мицелия плесневого гриба и нанотрубок оксида титана**

№п/п	Элемент	Asp+TiO № 1, мг/л	Asp+ TiO № 2, мг/л	Asp+ TiO № 3, мг/л	Asp+ TiO № 4, мг/л	Asp+ TiO № 5, мг/л	±δ %
1	B	0,381	0,363	0,370	0,386	0,377	24
2	Ba	0,145	0,147	0,150	0,151	0,155	20
3	Cd	0,0008	0,0007	0,0008	0,0006	0,0009	36
4	Co	0,0013	0,0017	0,001	<0,001	0,0016	26
5	Cr	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0030	26
6	Cu	0,064	0,134	0,057	0,051	0,089	42
7	Fe	<0,05	<0,05	<0,05	0,052	0,074	24
8	Mn	2,44	2,36	2,39	2,44	2,41	18
9	Pb	<0,001	<0,001	<0,001	0,197	<0,001	42
10	Sn	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	34
11	Sr	1,29	1,27	1,27	1,29	1,28	15
12	Ti	0,049	0,061	0,099	0,052	0,060	42
13	Zn	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	34

# Выводы

- 1. Доказан факт увеличения сорбционной активности наночастиц при воздействии УЗ активации;
- 2. Получен композитный сорбент. Доказано, что наноматериал действительно осаждается на мицелий плесневого гриба, представляя собой грибницу, покрытую изнутри и снаружи наночастицами;
- 3. Изучена сорбционная активность сорбента в промышленных водах. По результатам проведенного анализа сорбционной активности биосорбента, концентрация радионуклидов в растворе уменьшилась минимум в два раза и степень сорбции составила 87% (*A.niger* + CuO) и 66% (*A.niger* + TiO<sub>2</sub>), из чего можно сделать вывод, о том, что полученный композитный сорбент является эффективным, дальнейшие исследования по изучению свойств данного биосорбента актуальны и будут продолжены,
- 4. Подтверждён факт поглощения биосорбентом присутствующих в растворе элементов таких как, бор, барий, кадмий, кобальт и др., что позволяет расширить область применения сорбента.