

# **ЗАО «АЗЕРБАЙДЖАНСКИЕ АВИАЛИНИИ» НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ АВИАЦИИ**

Фонд развития науки при Президенте  
Азербайджанской Республики

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ**

По рекомендации редакции журнала  
название статьи и доклада изменено



д.т.н. , профессор Бадалова Айтач Назиф кызы

д.с.н., член-кор. НАНА Исмаилов А.И., к.ф.-м.н., доцент Исматова Х.Р., инженер Талыбова С.С

XV Всероссийская Открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса»

13–17 ноября 2017 года Москва, ИКИ РАН

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Процесс засоления почв является экологической проблемой на территории Кура-Араксской низменности в Азербайджане

Исследования проводились на пилотной территории Уджарского района Кура-Араксской низменности, где в сельском хозяйстве остро стоит проблема засоления почв.

Работа выполнялась в Национальной Академии Авиации (НАА) по проекту Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики (шифр: EIF-2013–9 (15)–46/17/1-М-27).

Название проекта:

Исследование спектральных характеристик и картографирование современного состояния процессов засоления почв на основе интеграции спутниковой информации высокого разрешения, информационных технологий и наземных измерений.



## АКТУАЛЬНОСТЬ

В Национальной Академии Авиации Азербайджана функционирует Аэрокосмический факультет, где на кафедре «Аэрокосмический мониторинг окружающей среды» была создана проблемная лаборатория «Аэрокосмический мониторинг». Проблемная лаборатория имеет два сектора и в секторе «Обработка аэрокосмической информации» имеется компьютерный класс оснащённый программными и техническими средствами по обработке аэрокосмической и другой пространственной информации.

В тесном сотрудничестве с ОАО «Азеркосмос», который владеет ресурсами спутника SPOT7 (4 канала, пространственное разрешение MS:6м и PAN: 1,5м) проблемная лаборатория ведёт как научно-практические работы, так и образовательную программу.

**Целью представляемой работы** на конференции является не только изучение процессов засоления почв Кура-Араксской низменности Азербайджана, но также и исследование спектральных характеристик почв с различной степенью засоления и растительности на таких почвах по данным спутниковой информации высокого (SPOT7/AZERSKY) и сверхвысокого (WorldView2) разрешения

·С 2014 года ОАО «Azercosmos» владеет ресурсами спутника SPOT7( Azersky) , что позволяет проводить мониторинг территорий, где распространён процесс засоления. Для исследований была выбрана пилотная территория Уджарского района.



## АКТУАЛЬНОСТЬ

Движение солончаков на возделываемые поля. Процесс засоления продолжается по настоящее время



Солончак



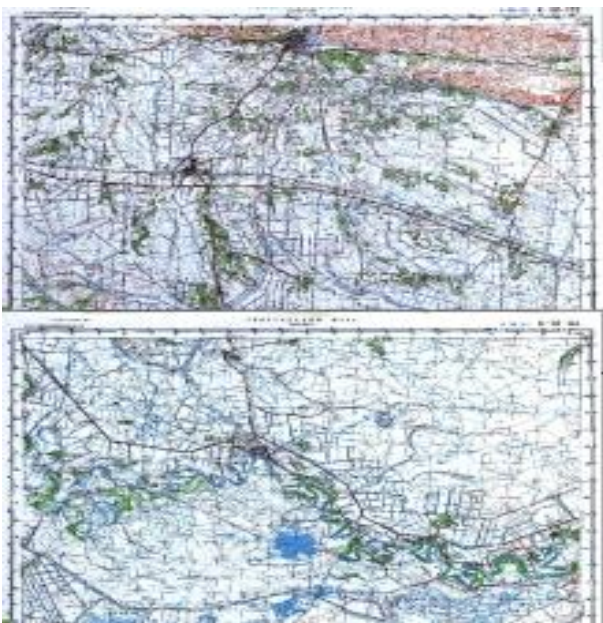
Очень сильно  
засоленные поля



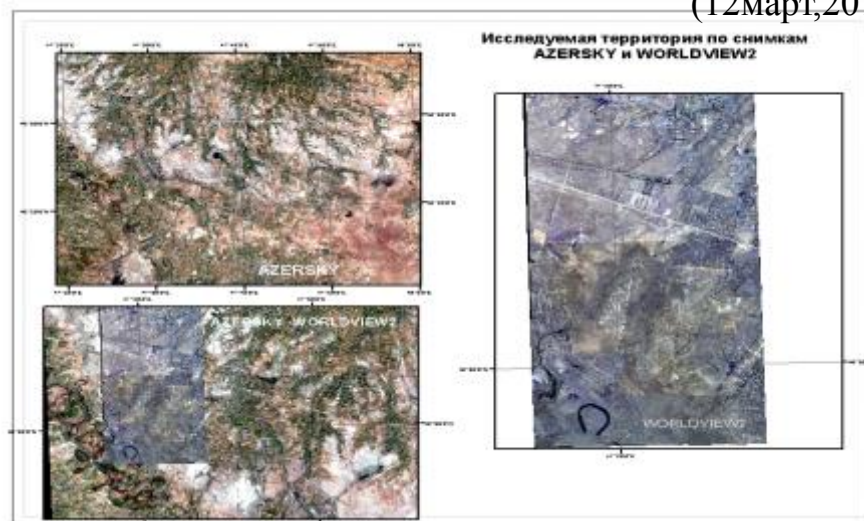


# ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ 1.

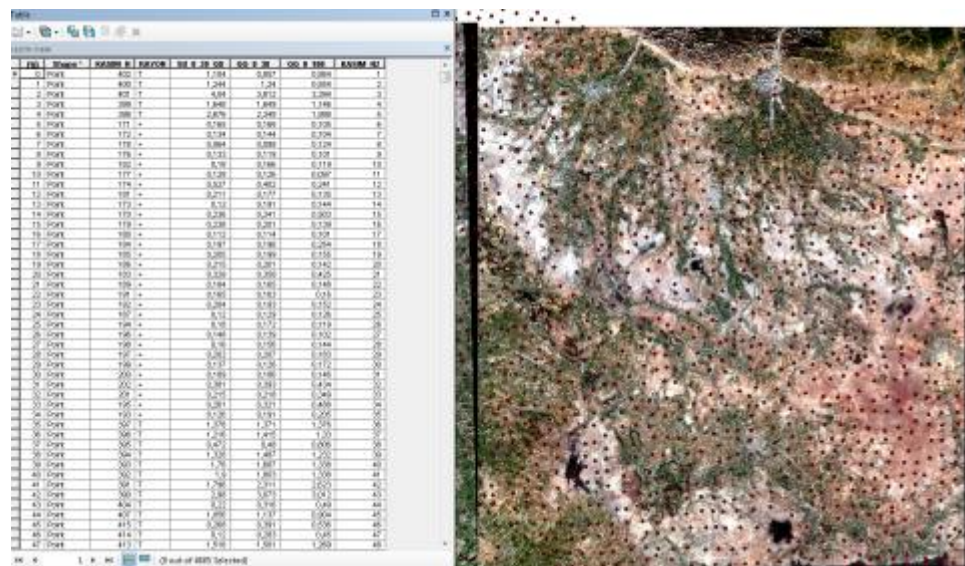
2. Картматериалы и литературные источники



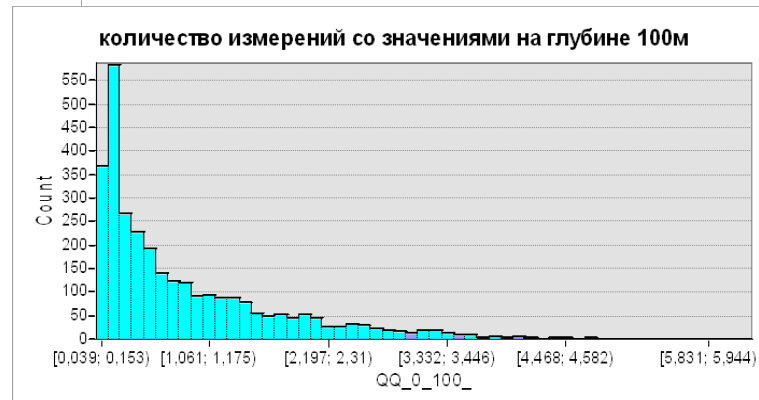
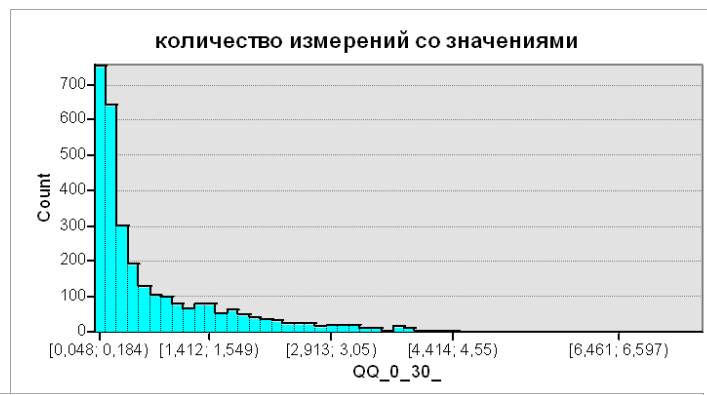
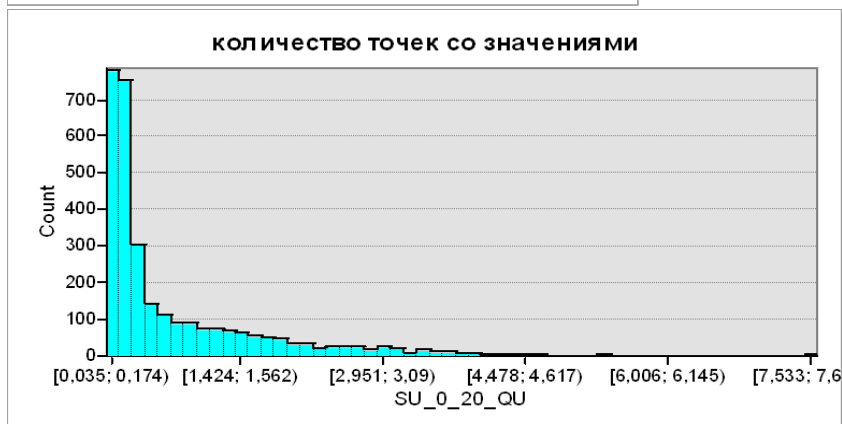
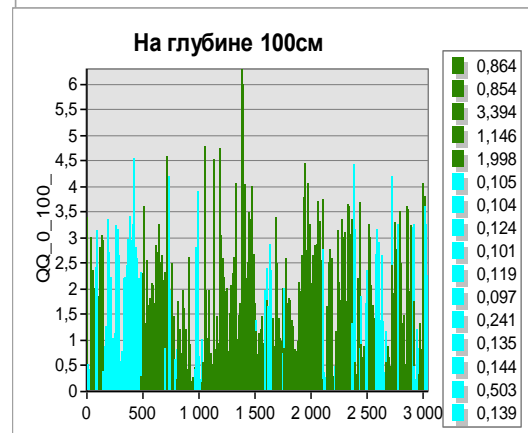
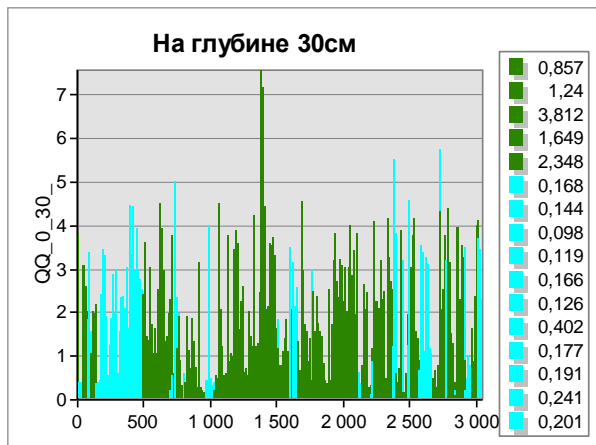
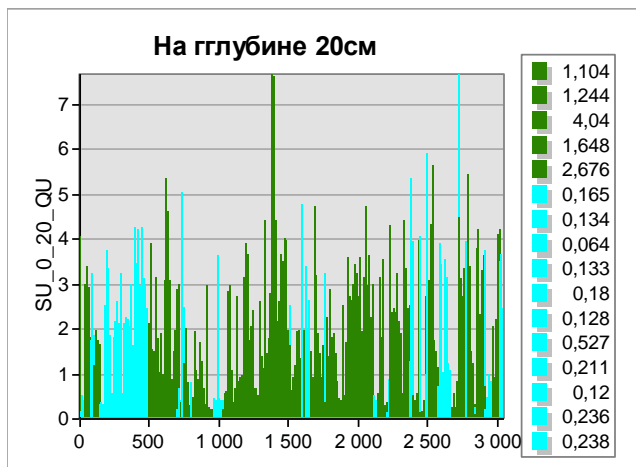
Спутниковая информация: Спутники Azersky(2015, сентябрь) и WorldView2 (12 март, 2016)



3. Наземные измерения 2005 года



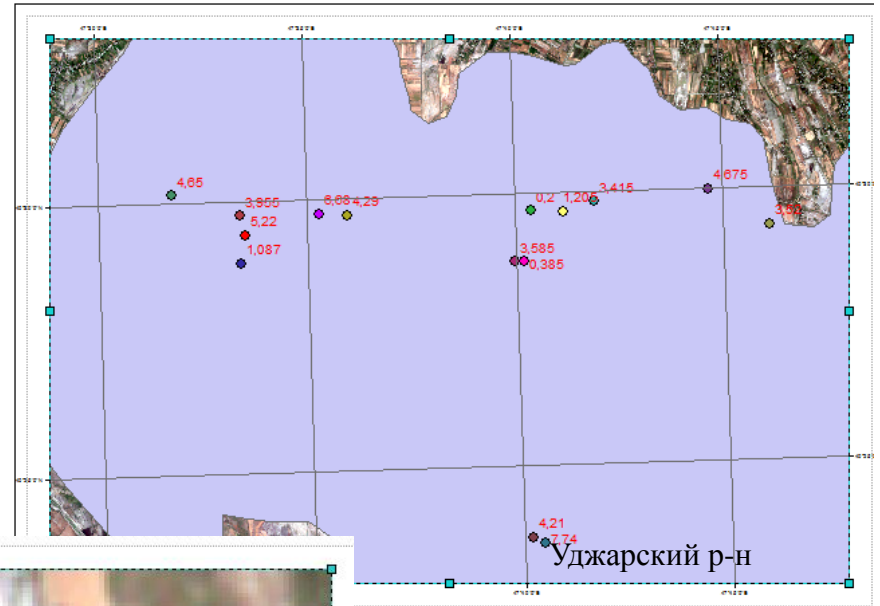
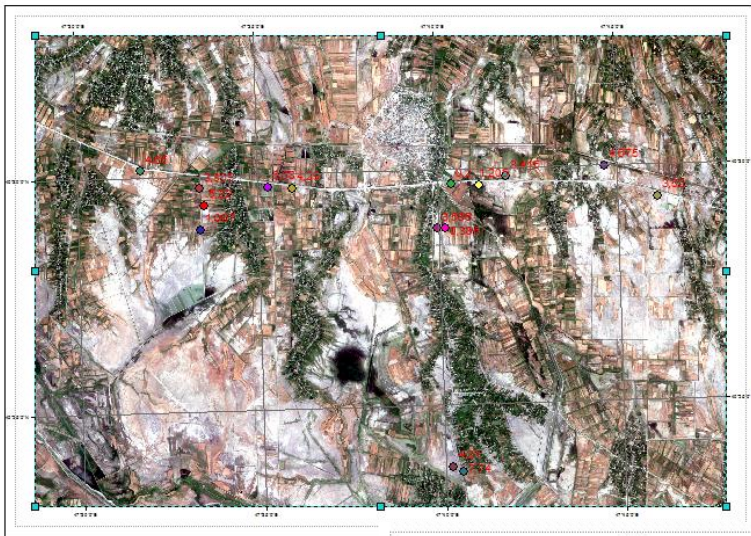
# АНАЛИЗ НАЗЕМНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ



Анализ гистограмм данных наземных измерений показывает уменьшение процента засоления с высокими значениями на глубинах от 20,30, до 100см

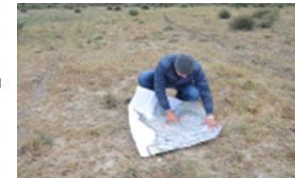


# Полевые измерения 2016 г.



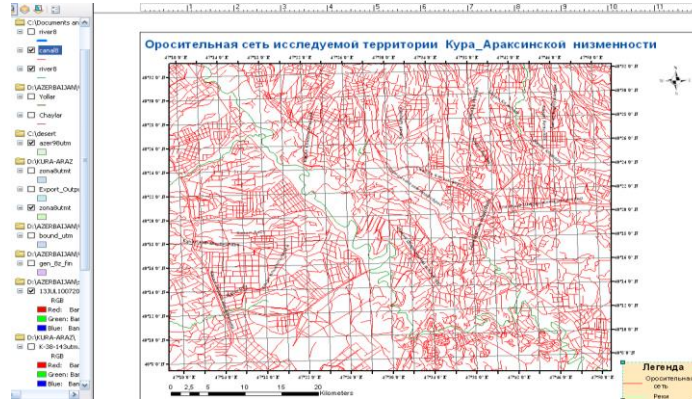
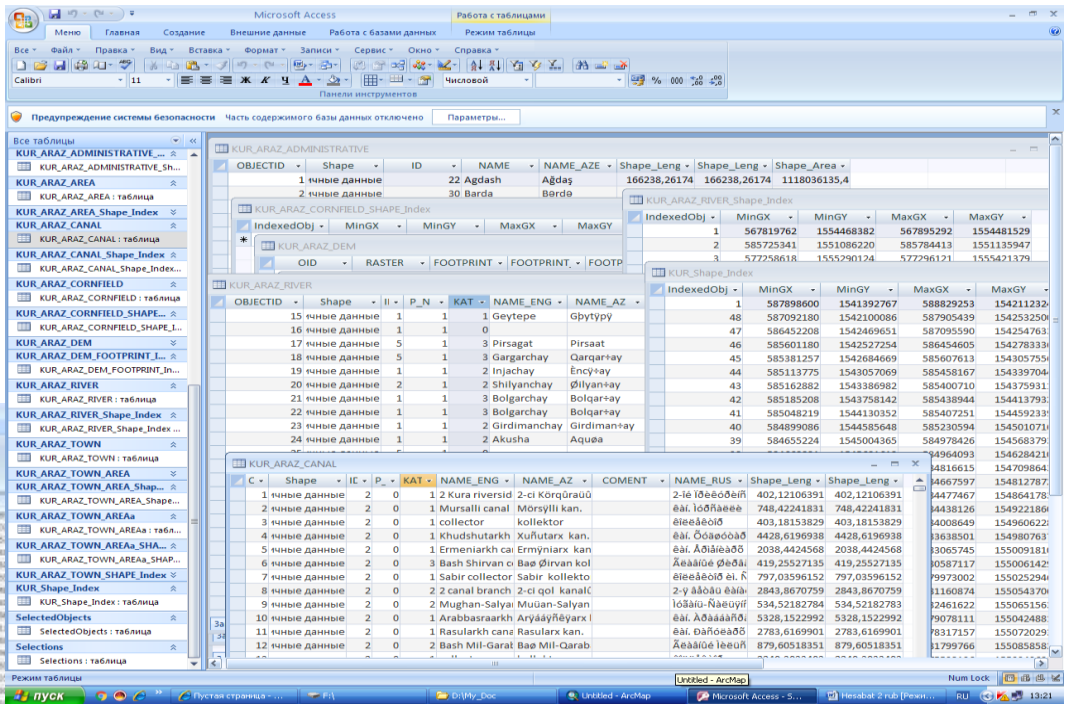
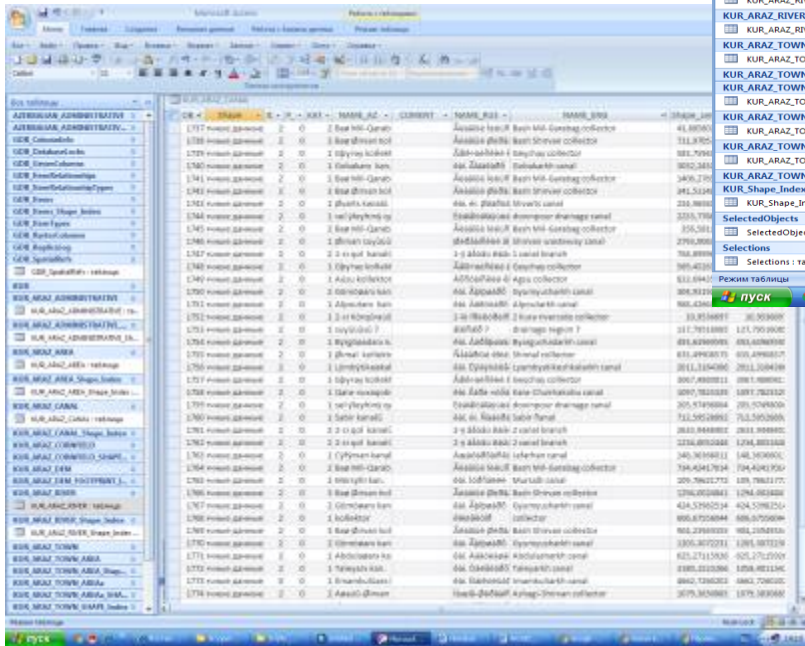
Проводились повторные выборочные измерения в 2016 году/ Измерялся процент засоления на разных глубинах

Здесь приводится результат на глубине 25см.



# БАЗА ДАННЫХ ИЗУЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Собранная и систематизированная информация по наземным данным составляет основу априорной Базы данных. За основу взята программа MS ACCESS.



3. Векторизация карт показывает чрезмерную нагрузку на каждый квадратный метр почвы оросительной системой

Например, таблица с информацией по каналам содержит 1778 строк с различными наименованиями каналов, коллекторов.







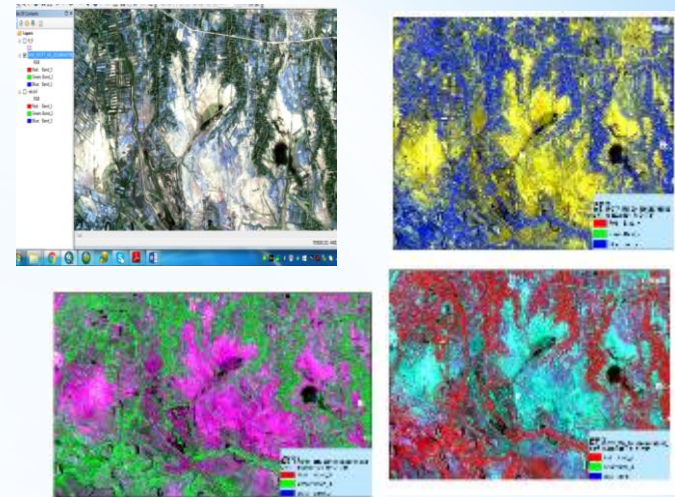
# ЭТАП ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ



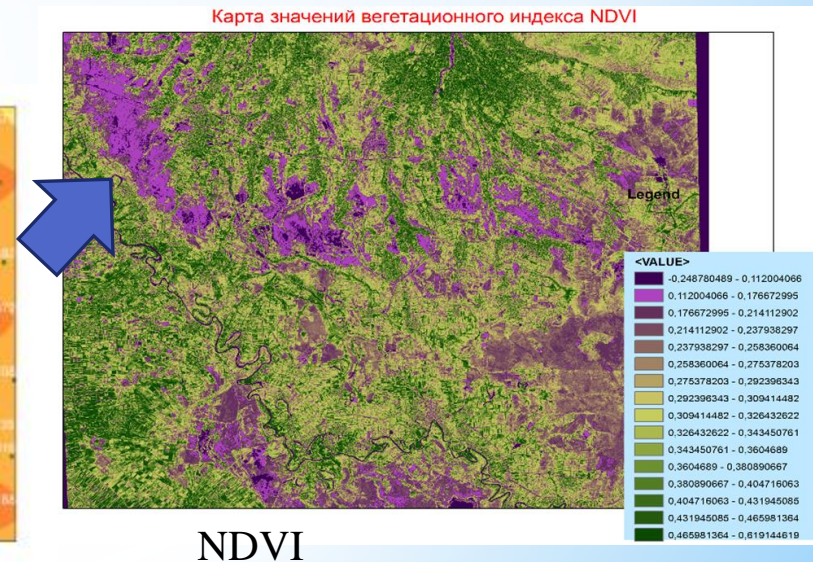
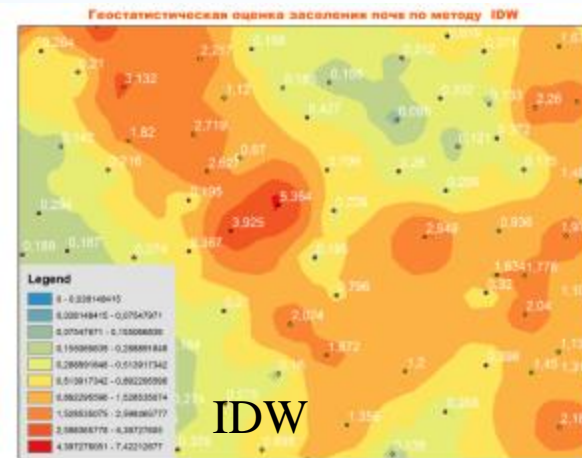
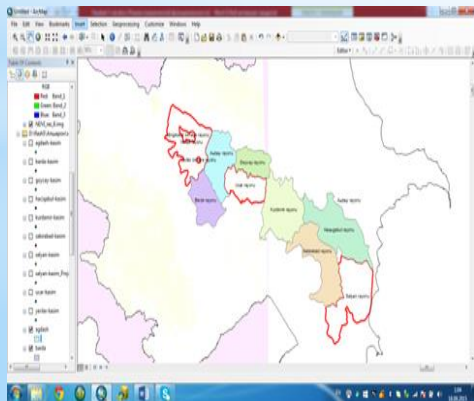
# ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА С ЦЕЛЮ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЧВ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ ЗАСОЛЕНИЯ

Одним из эффективных методических приемов является последовательное дешифрирование, которое применяется в тех случаях, когда на разных зональных снимках отображаются различные объекты и их свойства.

В ходе исследований были апробированы следующие виды обработки снимков: анализ главных компонент, преобразование “tasseled-cap”, вычисление вегетационных индексов NDVI, построение рельефа местности. По данным наземных измерений был проведён геостатистический анализ (IDW).



Например, солончаки и степень засоления хорошо фиксируются на снимках в голубой зоне, заболоченные участки и степень увлажнения – на снимках в ближней инфракрасной зоне.

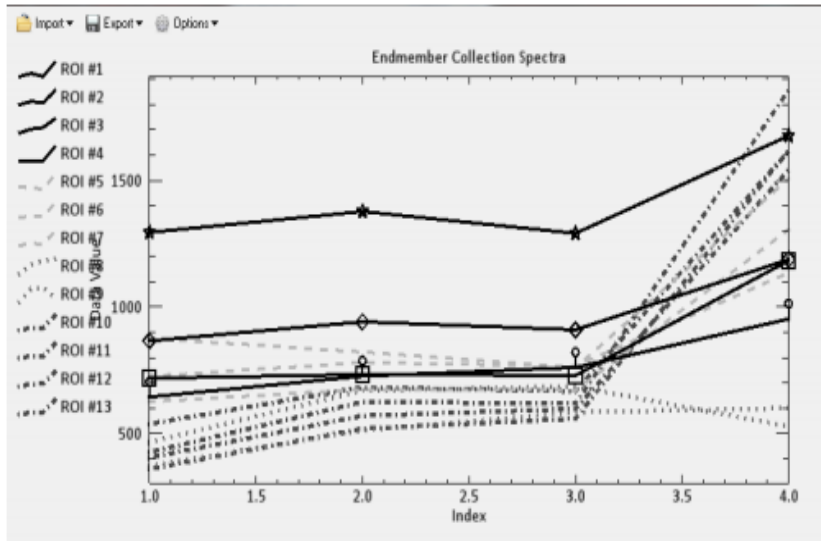




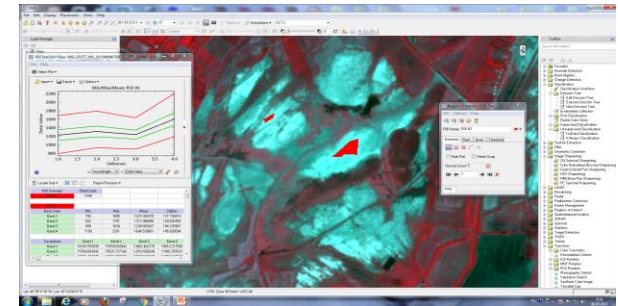
Этап анализа спектральных кривых по снимкам  
AZERSKY WORLD VIEW2



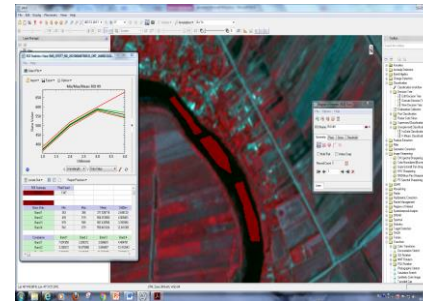
# СПЕКТРАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ ТЕСТОВЫХ ФРАГМЕНТОВ ПО ЧЕТЫРЁХ КАНАЛЬНОМУ СНИМКУ AZERSKY



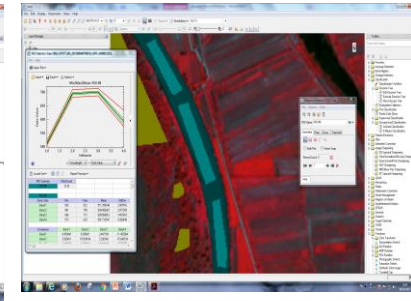
Спектральные кривые 12 отобранных классов почв, водной поверхности и растительного покрова по снимку AZERSKY: ROI 1,2,3,4 -кривые почв на солончаках, ROI 5,6,7 – кривые почв на средnezасоленных, возделываемых землях, ROI 8,9 – водная болотная и водная поверхность, ROI 10,11,12,13 –растительный покров на засоленных почвах. Обработка проводилась с помощью ENVI 5.2. Ход кривых растительного покрова имеет резкое повышение при переходе из красной зоны в инфракрасную, в отличие от хода кривых почв, которые имеют плавное повышение в инфракрасной зоне



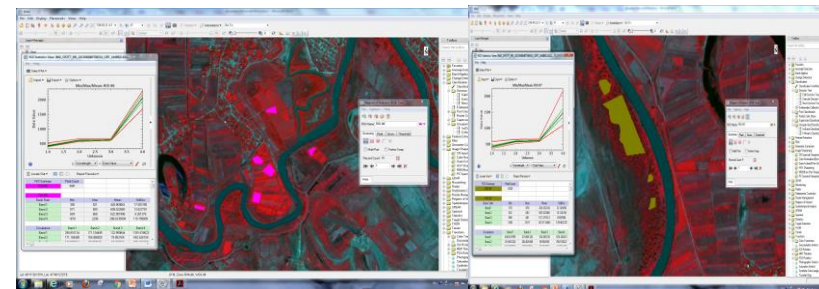
Выбор тестового фрагмента на солонцово-солончаковых очень сильно засоленных почвах



Выбор тестового фрагмента на заболоченной водной поверхности



Выбор тестового фрагмента на р. Кура




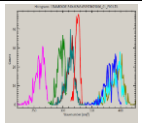
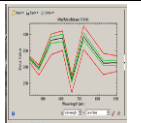

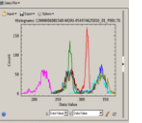
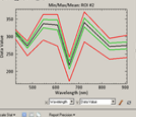
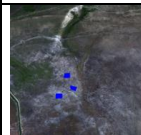
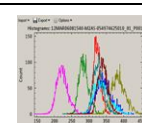
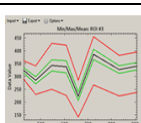

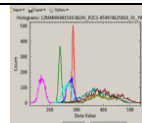
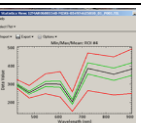

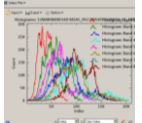
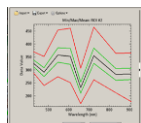

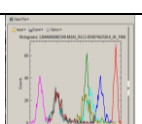
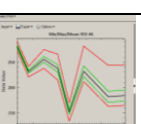
Тестовый фрагмент – плотный всхоженный растительный покров


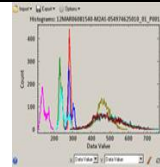
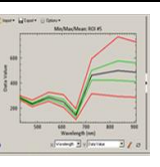

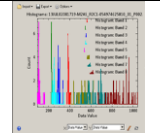
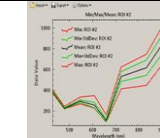

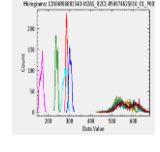
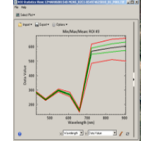

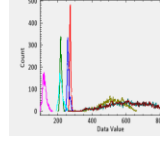
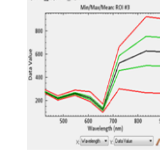

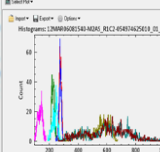
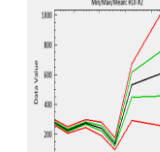
Тестовый фрагмент – лес вдоль реки

# СПЕКТРАЛЬНЫЕ КРИВЫЕ ТЕСТОВЫХ ФРАГМЕНТОВ ПО ВОСЬМИ КАНАЛЬНОМУ СНИМКУ WORLDVIEW2

## Засоленные почвы

## Растительность

	Выбранный фрагмент	Гистограммы	Спектральная кривая
1			
2			
3			
4			
5			
6			

1			
2			
3			
4			
5			



# ХОД СПЕКТРАЛЬНЫХ КРИВЫХ ЗАСОЛЕННЫХ В РАЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ПОЧВ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ

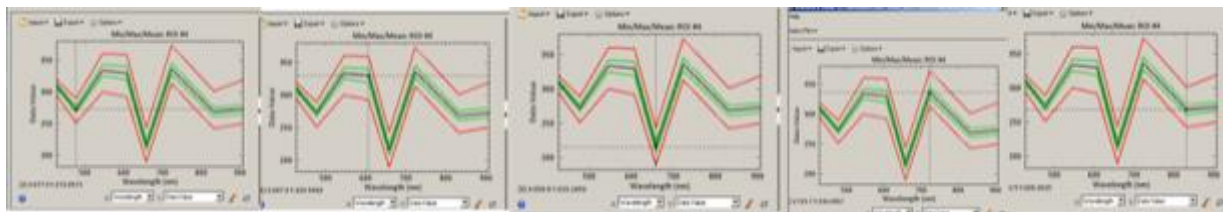


Рис.6. Спектральная кривая почвы тестового фрагмента и её характерные точки.

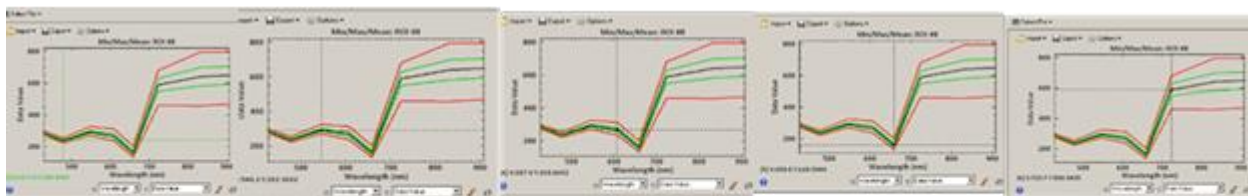


Рис.8. Характерные точки и ход спектральной кривой растительного покрова.

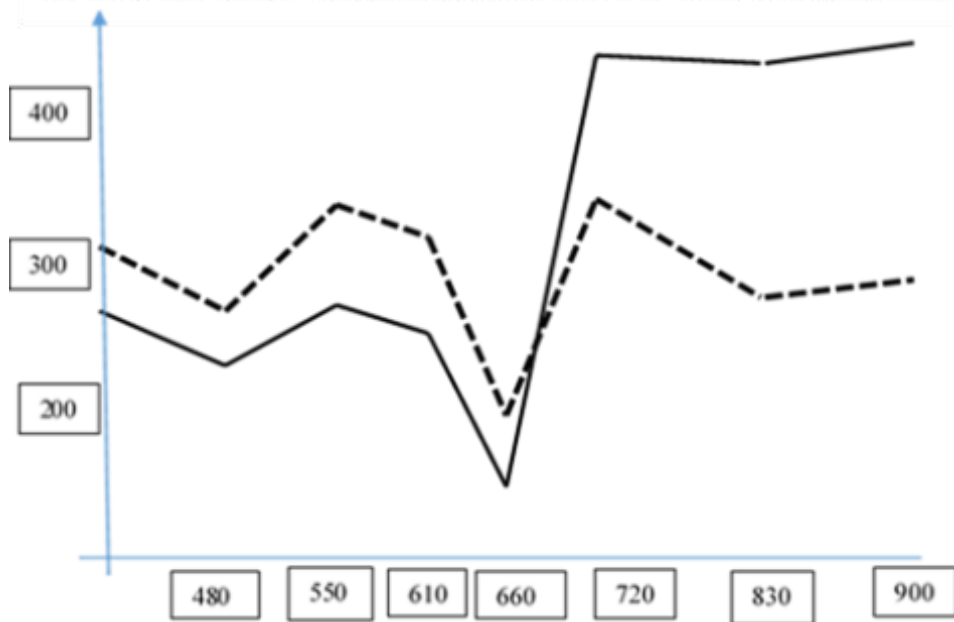
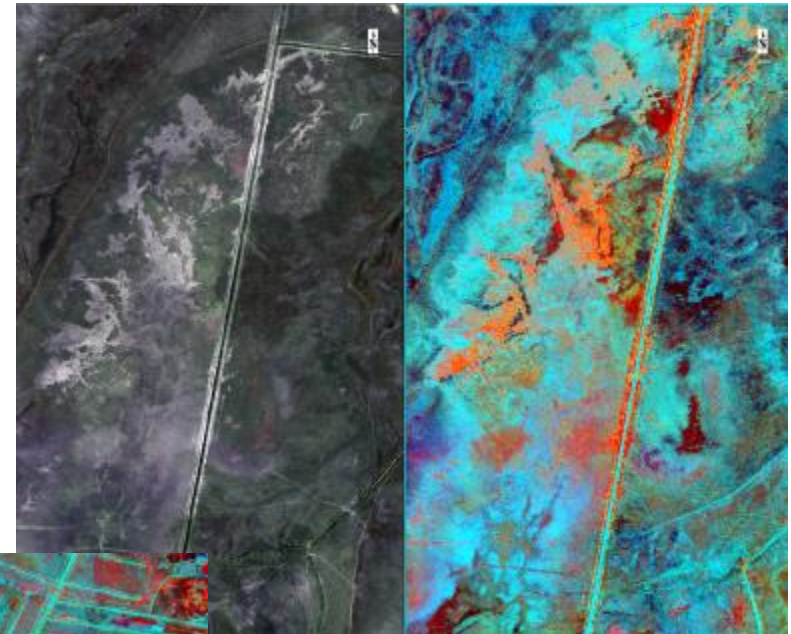
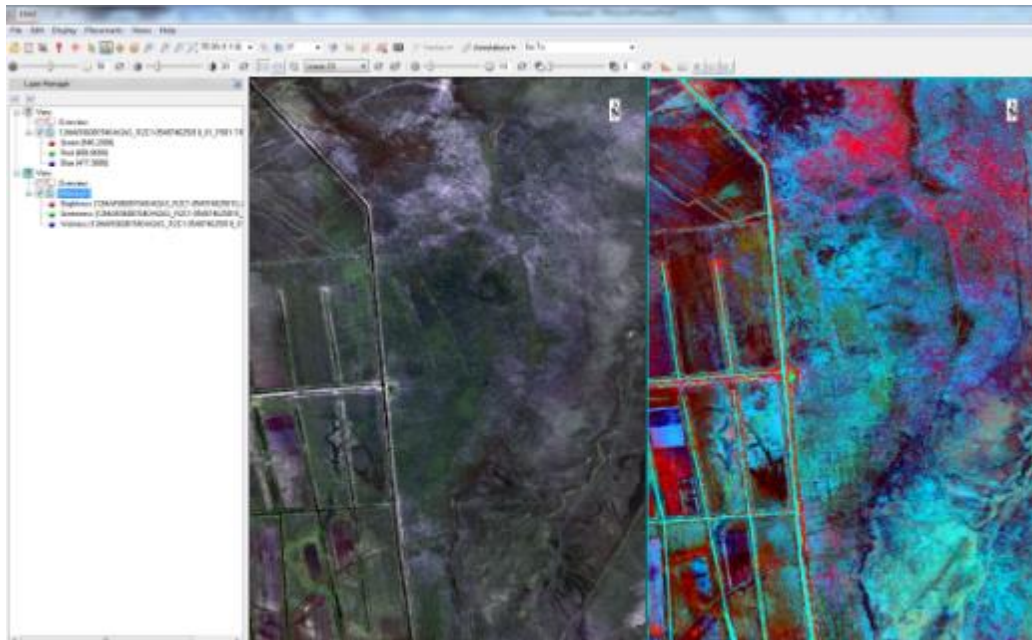


Рис.9. Обобщённые спектральные кривые засоленных почв (заштрихованная линия) и растительного покрова (травянистого на засоленных почвах, сплошная линия).

У спектральных кривых почв и растительности на засоленных землях имеется одна точка перегиба (при  $\lambda=660\text{nm}$ ) с различными значениями отражательной способности. По полученным спектральным кривым экстремальными точками в поведении кривых спектральной отражательной способности засоленных почв и растительного покрова являются точки при длинах волн: 400нм, 480нм, 510нм, 610нм, 660нм, 720нм, 830нм.

# ПРЕОБРАЗОВАНИЕ TASSELED Cap по снимку WorldView2

Первые три компоненты изображения, преобразованного по методу Tasseled Cap, содержат около 97% значимой информации, находящейся на изображении.



Оранжевый  
цвет - солончак

Очень сильно  
засоленные  
почвы

преобразованный снимок в комбинации— Brightness, Greenness, Wetness. Следовательно, как мы видим в реальности разделимость различных типов почв и растительности значительно повышена в цветовой гамме после применения этого преобразования

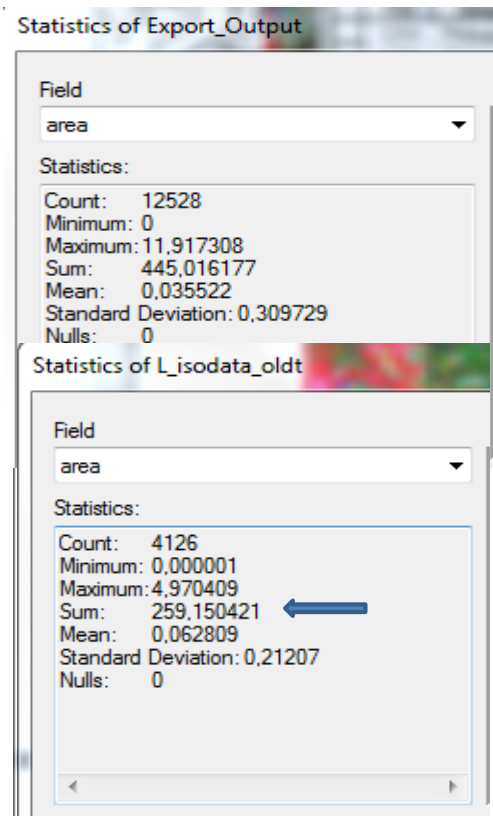




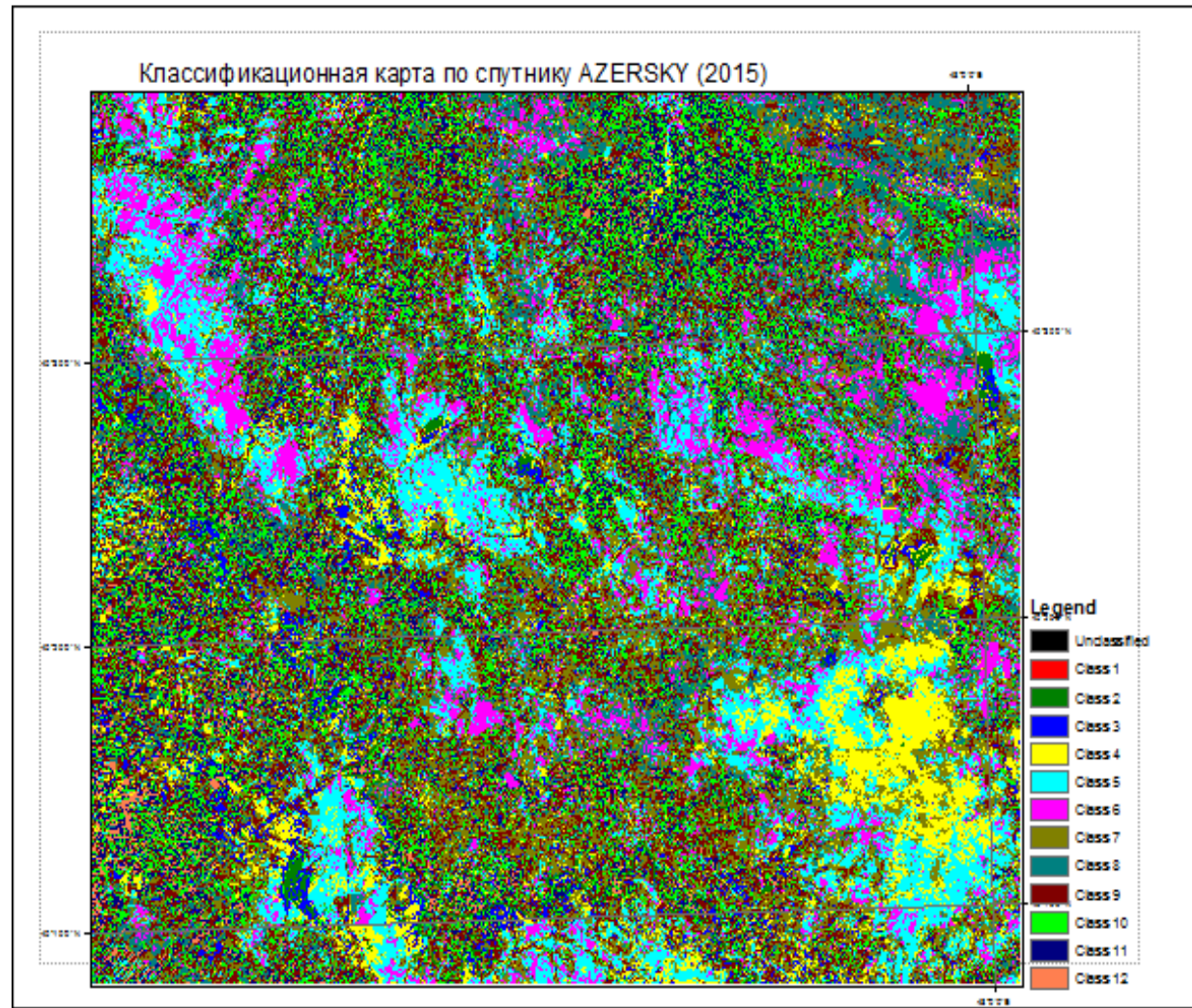
## **ЭТАП ТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

предыдущие методы обработки позволяют более точно подобрать обучающую выборку

# Процедура неконтролируемой классификации



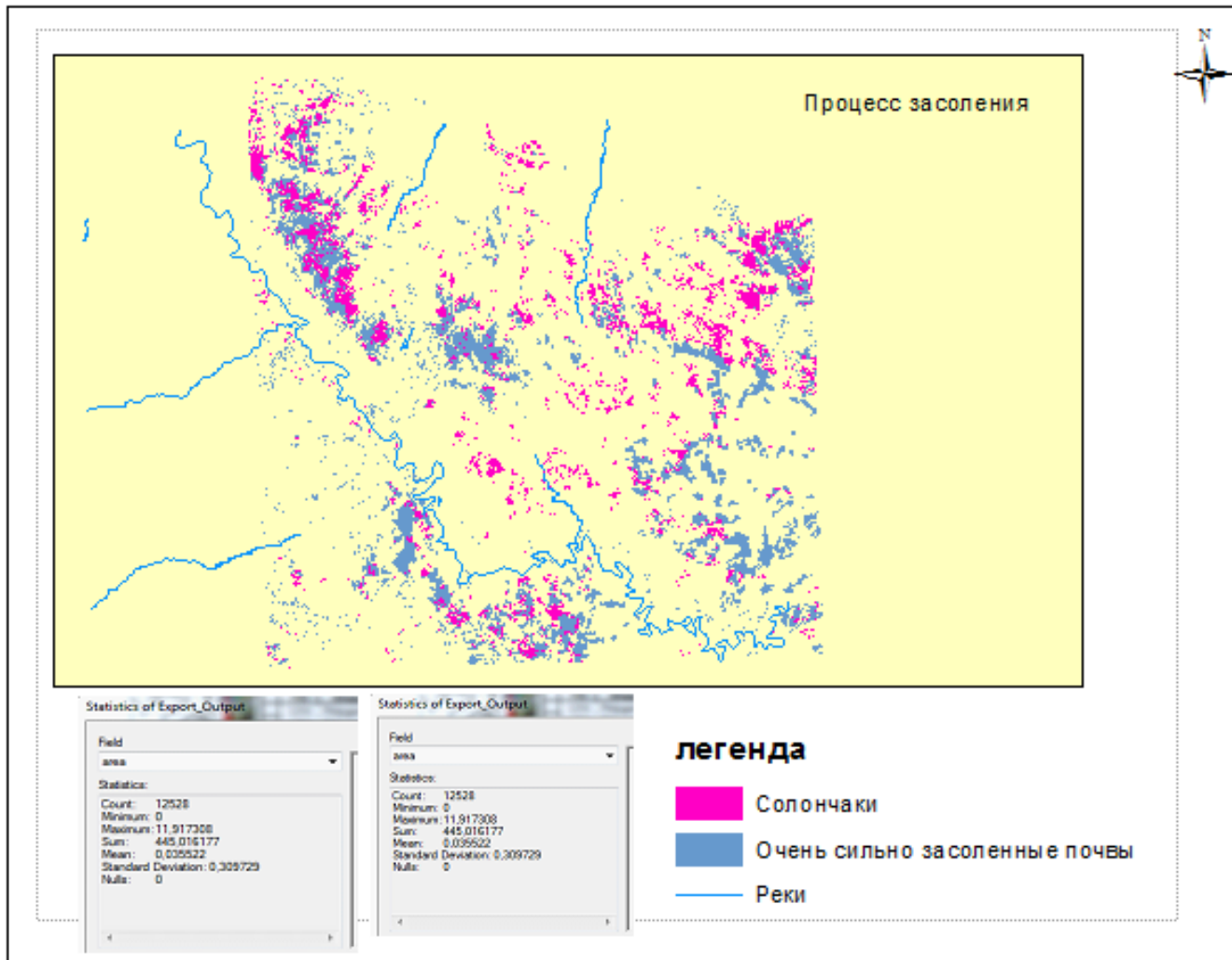
Статистика по территории с очень сильно засоленными почвами и солончаками



. По результату неконтролируемой классификации (ИСОДАТА) это фрагменты сиреневого и голубого цвета. Если сравнивать с топокартами, то эта площадь увеличена в два раза за период с 1980 по 2016 год



# Распространение солончаков и сильно засоленных почв



Векторизация территории солончаков и сильно засоленных почв по результатам алгоритма Исодата показывает увеличение площади распространения солончаков и сильно засоленных почв и наступление их на возделываемые сельскохозяйственные земли

# Увеличенный фрагмент






Проведённые наземные измерения в 2016 году по степени засоления почв поддерживают результаты дешифрования

Statistics of Export_Output	
Field	area
Statistics:	
Count:	12528
Minimum:	0
Maximum:	11,917308
Sum:	445,016177
Mean:	0,035522
Standard Deviation:	0,309729
Nulls:	0

Statistics of Export_Output	
Field	area
Statistics:	
Count:	12528
Minimum:	0
Maximum:	11,917308
Sum:	445,016177
Mean:	0,035522
Standard Deviation:	0,309729
Nulls:	0

## легенда

-  Солончаки
-  Очень сильно засоленные почвы
-  Реки



# Заключение

1. Рассмотрен подход, когда для оценки степени засоления почв на больших территориях рекомендуется использовать снимок высокого разрешения (в нашем случае AzerSky, MS:6м, Pan:1,5м), но для отбора тестовых фрагментов обучения используется снимок сверхвысокого разрешения на небольших представительных территориях (.WorldView2, MS:2м, Pan:0,5м);
2. Спектральный анализ хода кривых почв и растительного покрова показал, что хорошая делимость почв по степени засоления и растительного покрова на засоленных почвах достигается в диапазоне длин волн:705-1040нм по данным 8-канального спутника WorldView2;
3. Показано, что процесс засоления развивается и охватывает возделываемые земли

Спасибо за внимание

Азербайджан, г. Баку, Бина , 25 км.  
Национальная Академия Авиации  
Кафедра «Аэрокосмический  
мониторинг окружающей среды»  
Проблемная лаборатория  
«Аэрокосмический мониторинг»  
E-mail: [spaseazer@rambler.ru](mailto:spaseazer@rambler.ru)

