

Семнадцатая Всероссийская Открытая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов)»

«Спутниковая оценка состояния посевов риса в Южном Казахстане на основе данных Sentinel-2 и наземной информации»

Докладчик:
kartograf@inbox.ru

г.Алматы, Казахстан
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»

Долбня О.В.

Москва, Россия, 3 ноября 2019

Цель :

Разработать оперативную системы мониторинга для определения состояния посевов риса для территории рисосеяния Республики Казахстан

Для решаемые поставленной цели необходимо :

- Провести зональное районирование территории рисосеяния Кызылординской области для оценки состояния посевов риса;
- Провести совместный анализ динамики спутниковых индексов и метеорологических параметров и наземной информации за вегетационный период, для разработки алгоритмов оценки состояния посевов риса в Кызылординской области;
- Разработать рекомендации по оценке состояния посевов риса на основе данных ДЗЗ и архивной наземной информации в Кызылординской области;
- Подготовить спутниковую карту состояния посевов риса по Кызылординской области.

Выборка и подготовка исторического архива космоснимков на территорию Кызылординской области

4. Search Results

If you selected more than one data set to search, use the dropdown to see the search results for each specific data set.
 Note: You must be logged in to download and order scenes

Show Result Controls

Data Set [Click here to export your results](#)

Search Criteria Summary (Show) Clear Criteria

Карта Спутник (42° 06' 25" N, 060° 38' 49" E) Options Overlays

**Sentinel-2
2017-2018г.г.
Апрель - сентябрь**

982 IDL1C_T41TUN_A006638_201806141062507
Acquisition Date:2018/06/14
Platform:SENTINEL-2B
Tile Number:T42TUN

983 IDL1C_T41TLM_A006624_201806131065451
Acquisition Date:2018/06/13
Platform:SENTINEL-2B
Tile Number:T41TLM

984 IDL1C_T41TQL_A015518_201806121063637
Acquisition Date:2018/06/12
Platform:SENTINEL-2A
Tile Number:T41TQL

985 IDL1C_T42TUQ_A015518_201806121063637
Acquisition Date:2018/06/12
Platform:SENTINEL-2A
Tile Number:T42TUQ

986 IDL1C_T41TPK_A015518_201806121063637
Acquisition Date:2018/06/12
Platform:SENTINEL-2A
Tile Number:T41TPK

4. Search Results

If you selected more than one data set to search, use the dropdown to see the search results for each specific data set.
 Note: You must be logged in to download and order scenes

Show Result Controls

Data Set [Click here to export your results](#)

Search Criteria Summary (Show) Clear Criteria

Карта Спутник (47° 10' 28" N, 066° 41' 00" E) Options Overlays

**Landsat 8 OLI
2014-2018г.г.
Апрель - сентябрь**

4. Search Results

If you selected more than one data set to search, use the dropdown to see the search results for each specific data set.
 Note: You must be logged in to download and order scenes

Show Result Controls

Data Set [Click here to export your results](#)

Landsat 8 OLI/IRS C1 Level-2

997 IDLCO8_L1TP_141028_20150816_20170406_01_...
Acquisition Date:15-AUG-15
Path:161
Row:28

998 IDLCO8_L1TP_156029_20150813_20170406_01_...
Acquisition Date:13-AUG-15
Path:156
Row:29

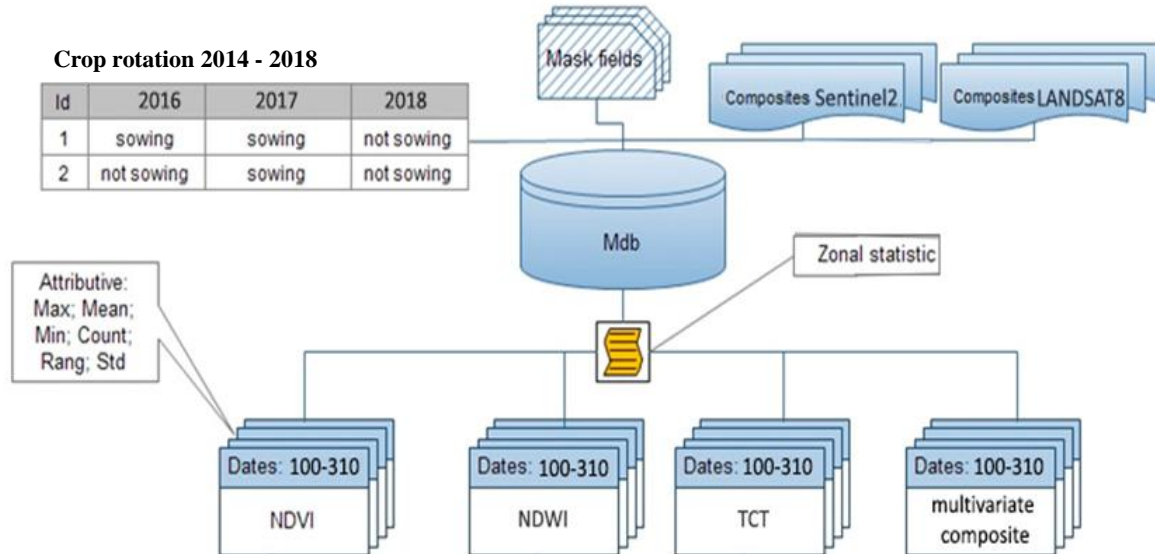
999 IDLCO8_L1TP_156030_20150813_20170406_01_...
Acquisition Date:13-AUG-15
Path:156
Row:30

1000 IDLCO8_L1TP_158028_20150811_20170406_01_...
Acquisition Date:11-AUG-15
Path:158
Row:28

1 покрытие посевов Кызылординской области снимками Sentinel-2 – 16 сцен, Landsat 8 – 10 сцен.

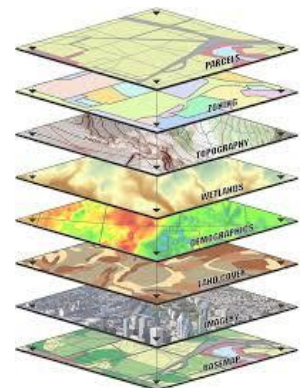
Crop rotation 2014 - 2018

Id	2016	2017	2018
1	sowing	sowing	not sowing
2	not sowing	sowing	not sowing



Структура базы данных ДЗЗ

Sentinel-2, 2017 – 2018;
LANDSAT 8 2014 - 2018



Зональное районирование Кызылординской области для оценки состояния посевов риса

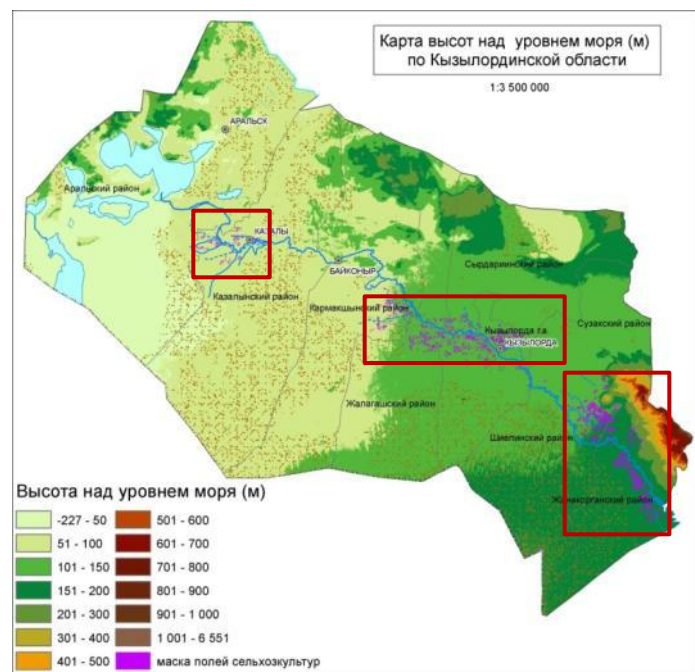
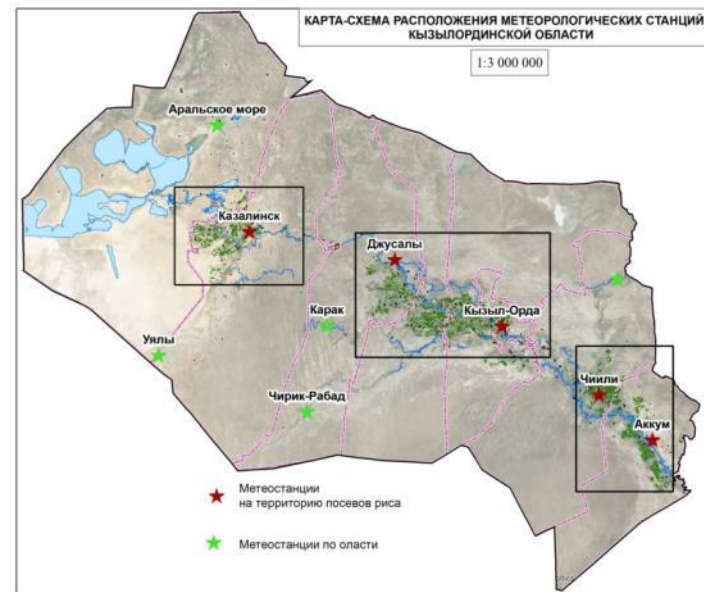
Для оценки состояния риса территория Кызылординской области разделена на 3 однородные зоны с учетом комплекса почвенно-климатических характеристик: тип почвы, высота над уровнем моря, глубина залегания грунтовых вод, термических ресурсов и урожайности риса

С учетом перечисленных параметров выделены зоны с различными условиями:

1. Северная зона на аллювиально-луговых почвах, с наименьшей высотой над уровнем моря (50-100 м.) и глубиной залегания грунтовых вод (> 1м.), сильным засолением, умеренными термическими ресурсами, самой низкой урожайностью (37 ц/га.).

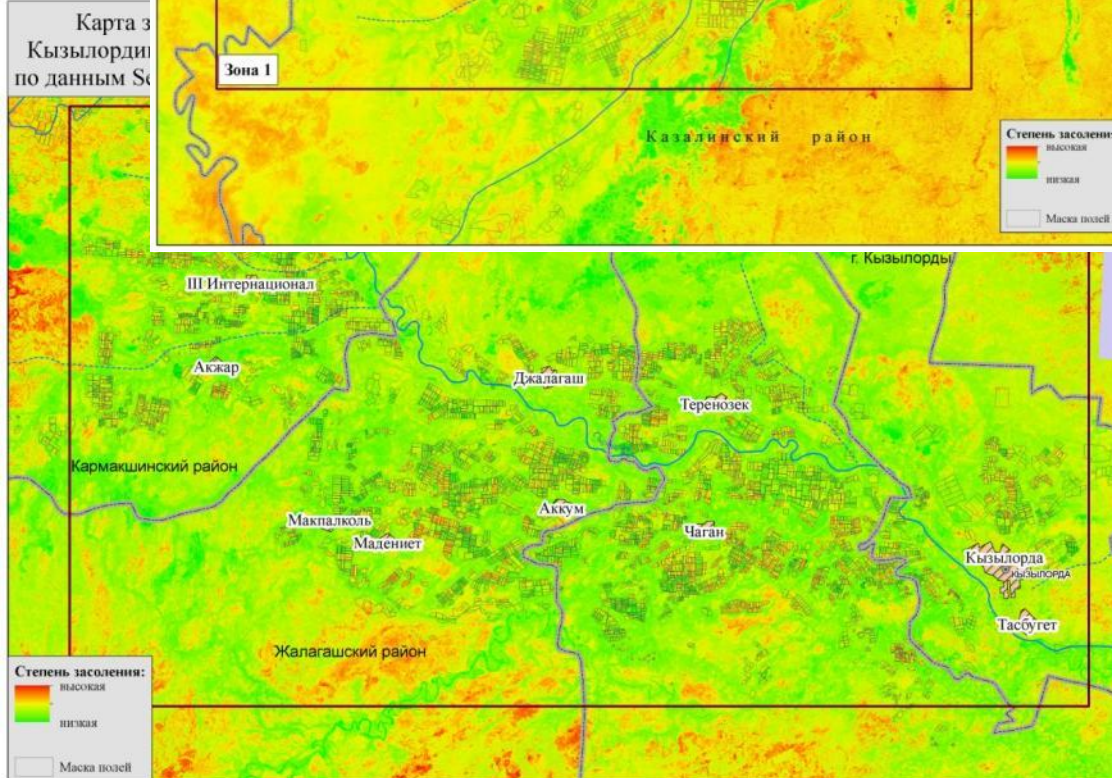
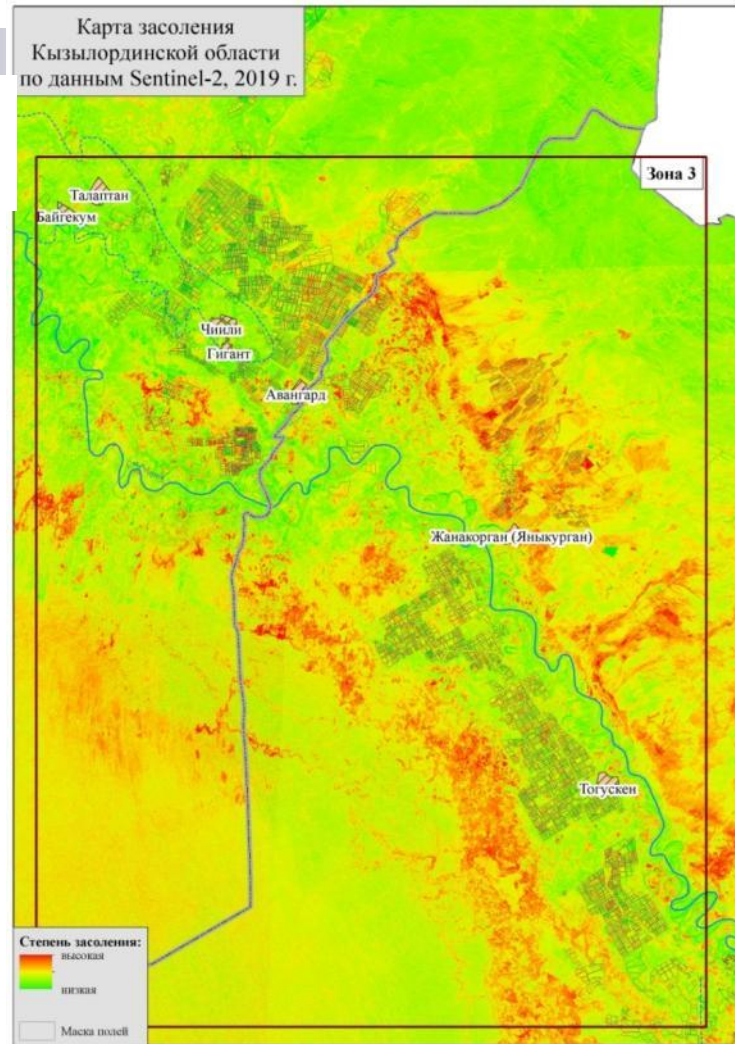
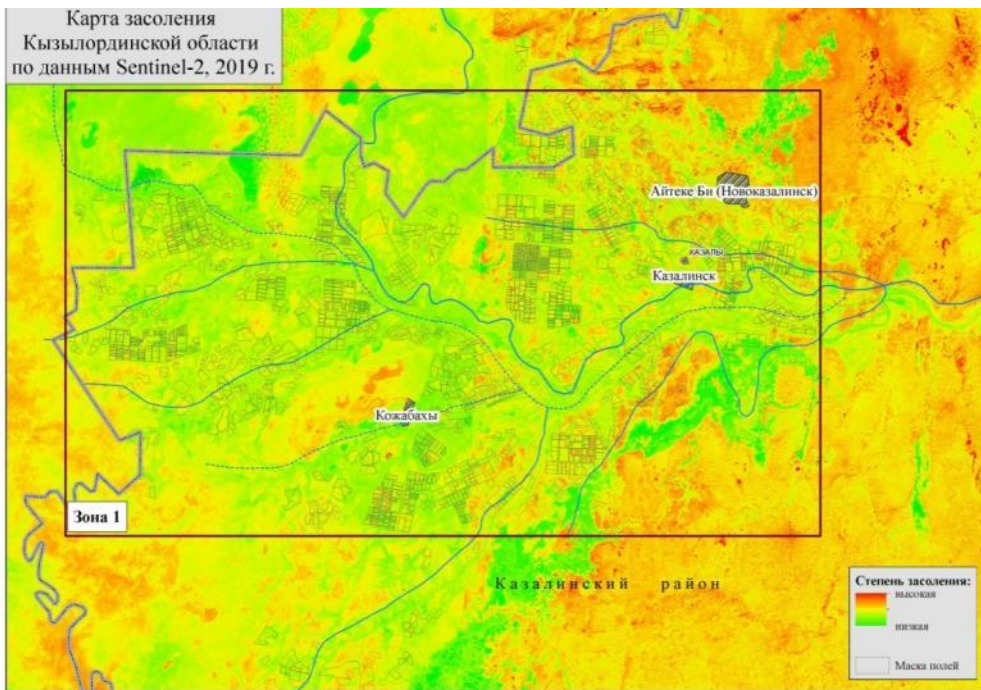
2. Центральная зона на аллювиально-луговых и болотных почвах, на солончаках типичных, такыровидных солончаковатых почвах; со средней высотой над уровнем моря (100-150 м.) и глубиной залегания грунтовых вод (3-5м.), достаточными термическими ресурсами, с наиболее высокой урожайностью (50-51 ц/га.).

3. Южная зона на лугово-болотных почвах, на такыровидных солонцевато-солончаватых почвах; с наибольшей высотой над уровнем моря (150-200м.), глубиной залегания грунтовых вод (3-4м.), наиболее высокими термическими ресурсами, с урожайностью (47-49 ц/га.).



№ п/п	Зона производства риса	МС	Район	Высота над уровнем моря (м)	ΣT акт. >15°C (норма)	Глубина залегания грунтовых вод (м)	Характеристика Почв в районе МС	Урожайность риса 2018 г., (ц/га)
1	Север	Казалинск	Казалинский	66	3276	> 1	такыровидные сероземы с примесью суглинистых и супесчаных разностей и солончаков	37,0
2	Центр	Жусалы	Кармакшинский	101	3654	3-4	супесчаные и песчаные с солончаками и такырами; засоленные луговые речных пойм с пятнами бугристых песков	51,1
		Кызылорда	Сырдарьинский	128	3727	4-5		51,1
3	Юг	Шиели	Шиелинский	152	3705	0,5-3	лугово-болотные, с типичными солончаками; сероземы светлые, местами такырные, засоленные	49,0
		Аккум	Жанакорганский	173	3966	3-4		47,5

Карты засоления почвы, на основе индекса S5, для зонального районирования территории



Параметры влияющие на засоление почв:

- Рельеф местности;
- Механический состав почв;
- Уровень грунтовых вод;
- Соблюдение агротехнических мероприятий.

Выбор спутниковых данных и наземных параметров для мониторинга за состоянием риса:

- **Вегетационные индексы NDVI, EVI** в сроки максимального роста посевов – с 2 декады июля по 2 декаду августа;
- **Индекс засоления почвы SI**;
- **Почвенно-климатические ресурсы и урожайность** по зонам возделывания риса;
- **Сроки сева риса NDWI**;
- **Погодные условия** текущего года: переход средней суточной температуры воздуха через 15 °С весной, накопление сумм активных температур >15 °С за вегетационный период в сравнении с климатическими нормами, определение периодов и продолжительности с аномальными погодными условиями.

Алгоритм оценки состояния посевов риса на поле определяется :

- ❖ биометрическими параметрами посевов (высота, густота растений/стеблей на 1 кв.м), распределением зеленой биомассы по полю;
- ❖ элементами продуктивности (озерненность метелки, биологическая продуктивность);
- ❖ засоренность, повреждения неблагоприятными условиями.

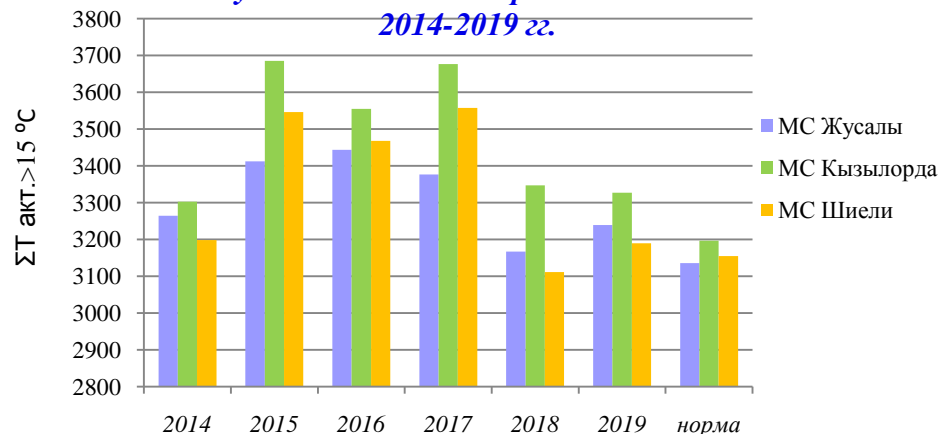
Вегетационные индексы NDVI, EVI являются относительными величинами, коррелирующими с посевами, а также с параметрами роста растений (хлорофилл, биомасса, листовое покрытие) и могут быть использованы для оценки вегетации растительности, выявления проблемных зон в пределах поля, а также в качестве исходных параметров в моделях состояния и урожайности сельскохозяйственных культур.

Индекс $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$, где NIR – отражение в ближней инфракрасной области, RED – отражение в красной области спектра.

Индекс $EVI = (NIR - Red) / ((NIR + (6 * Red)) - ((7,5 * BLUE + 1)) * 2,5)$, где 6; 7,5; 1 – эмпирически установленные коэффициенты улучшенный вегетационный индекс

Анализ метеорологических параметров по Кызылординской области 2014-2019гг.

Проанализирована динамика термических ресурсов (Σ Такт. >15 °C на 31 августа) по центральному и южному массивам Кызылординской области за 2014-2019 гг.

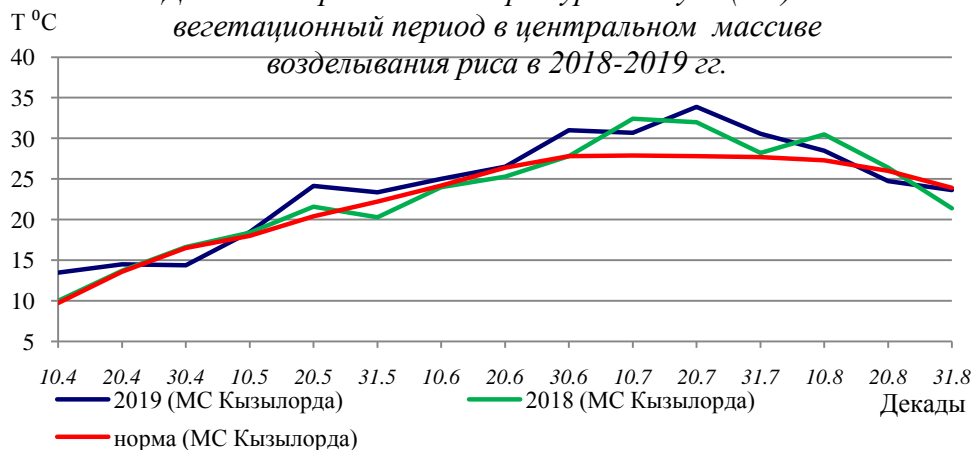


В 2019 году сроки устойчивого перехода средней температуры воздуха через 15°C весной по зонам возделывания риса пришлось на 25-27 апреля - были наиболее близки к норме.



Термические ресурсы 2019 г. близки к норме, что характеризует средние условия для вегетации и формирования урожая риса.

Динамика средней температуры воздуха (°C) за вегетационный период в центральном массиве возделывания риса в 2018-2019 гг.



Программа проведения маршрутного обследования состояния посевов риса 2019 г.

Виды наблюдений и приборных измерений на полях:

- фенологическое развитие,
- биометрические показатели (высота, густота)
- элементам продуктивности (длина метелки, число и вес зерен в метелке)
- засорение, повреждение болезнями или погодными условиями,
- ОПП (%);
- приборные измерения (GPS, LAI, NDVI)
- температура и уровень воды в чеках, характеризующих состояние посевов риса;
- оценка общего состояния посевов (балл).

Разработана шкала для оценки состояния посевов по 5 бальной шкале (отличное, хорошее, удовлетворительное, плохое, очень плохое), на основе

Наставления по агрометнаблюдениям, данным маршрутных обследований, при согласовании с НИИ рисоводства им. И. Жахаева (Кызылорда)

Оценка состояния включает основные биометрические показатели зеленой биомассы и элементы продуктивности посевов

Обследование осуществлялось при совместном участии представителей Управления сельского хозяйства Кызылординской области и представителей рекомендованных рисоводческих хозяйств:

1. Сырдарьинский район :

- ТОО «Маржан»,
- ТОО «Мади Кажы»;
- ТОО «Шаган Жер»;
- к/х «Курбандай Ата»

2. Жалагашский район

- к/х «Ер Али»;
- ТОО «ОХ Тогускенский»,
- к/х «Мырзабай»,
- ТОО «Актобе»
- ТОО Жана Жол,

3. Кармакшинский район

- ТОО «Достык» и др.



Метеостанция Казалы



База данных биометрических параметров зерновых культур по результатам маршрутного обследования Кызылординской области, 2019 г.

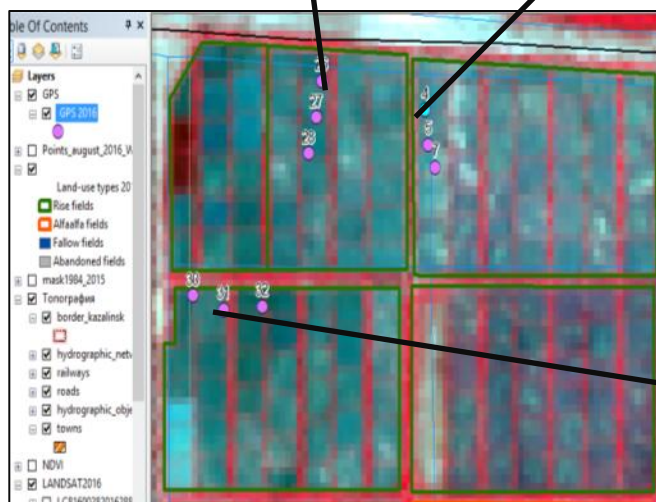
GPS	Высота	Густота	Биомасса	LAI	NDVI
28	110	63,00	61,00	2,78	0,68



GPS	Высота	Густота	Биомасса	LAI
31	115	110,00	68,00	3,46



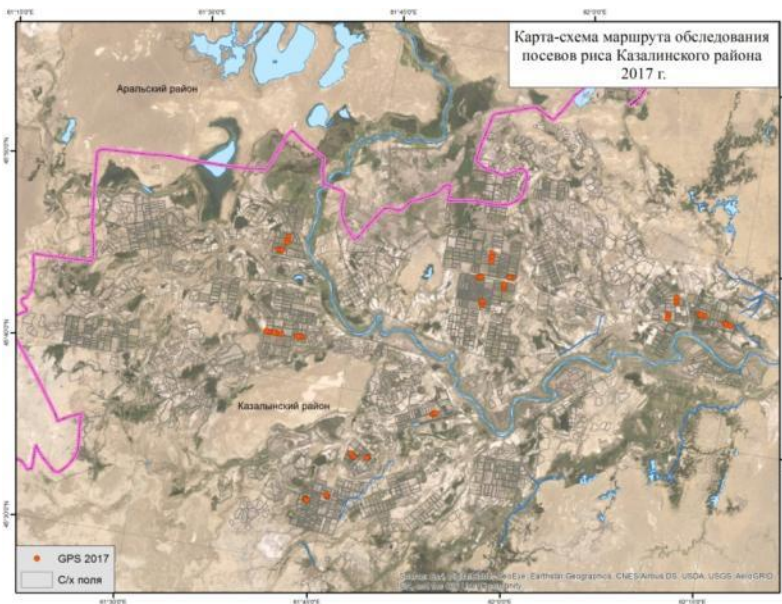
GIS database



GPS	Высота	Густота	Биомасса	LAI
4	109	48,00	95,00	0,91

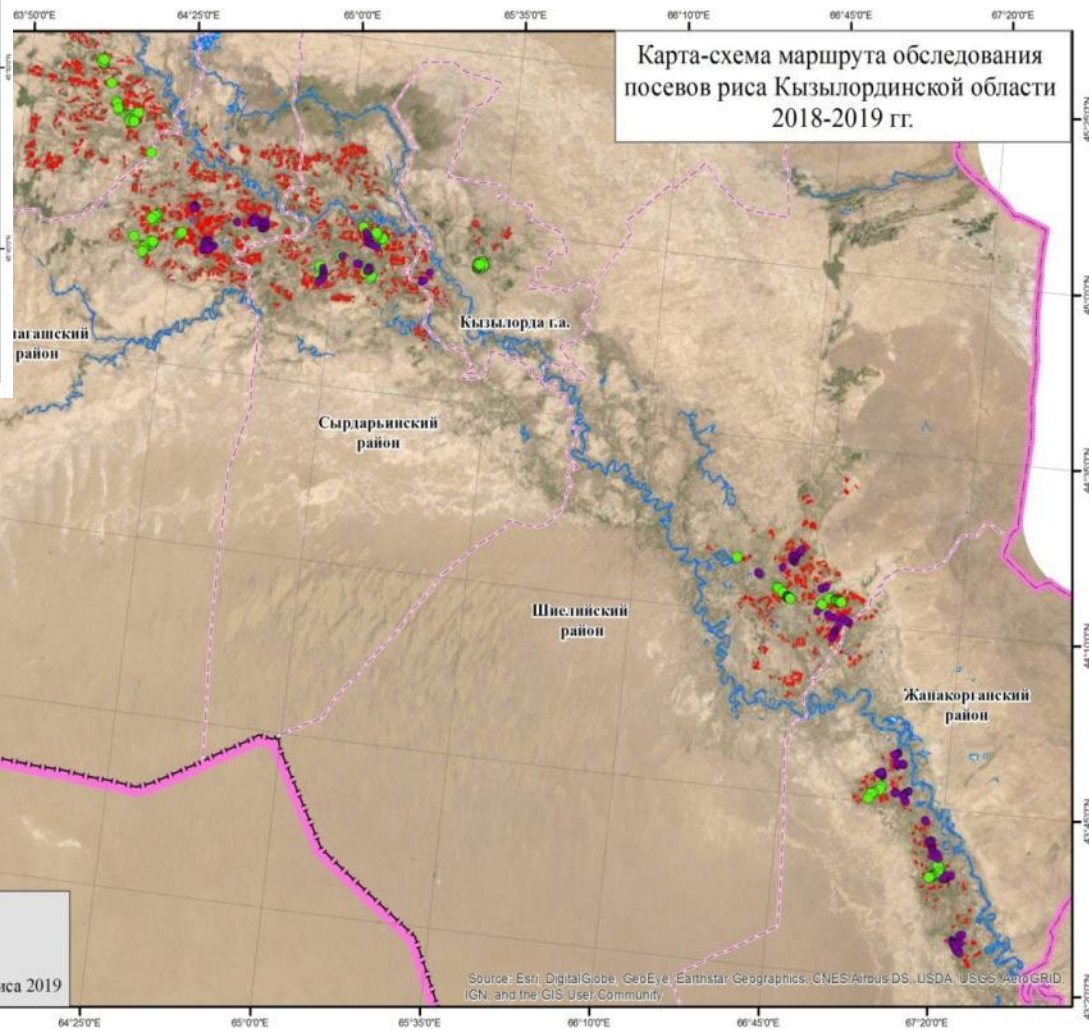


Результаты маршрутного обследования состояния и фенологического развития посевов риса 2017-2019 гг.



Сроки обследования:

2019- 10-19 августа



Архивные данные
обследования :

2018 - 3-9
августа

2017 - 19-25
августа
Казалинский район

Результаты маршрутного обследования состояния риса 2019 г.



Отличное состояние риса в фазе выметывания метелки, сорт «Янтарь», посев равномерный чистый, сев 23.05.2019г., Сырдарьинский р-н, ТОО «Моржан» (GPS 83)

Продуктивность метелки риса сорт «Янтарь» у посевов в фазе выметывания метелки, сев 23.05.2019 г.

Отличное состояние риса, сорт «Лидер» в восковой спелости, равномерный, без засорения, густой посев: (280 - 300 стеблей на 1 кв. м.), Жанакорганский р-н, (GPS-10)



Хорошее состояние риса, сорт «Лидер» в восковой спелости, посев неравномерный, с небольшим засорением (до 5-10%), густота 200-210 стеблей на 1 кв. м, Сырдарьинский р-н (GPS 64)

Удовлетворительное состояние риса в молочной спелости: неравномерный посев, с засорением в верхнем ярусе камышом (20-30%), Шиелийский р-н (GPS 30).

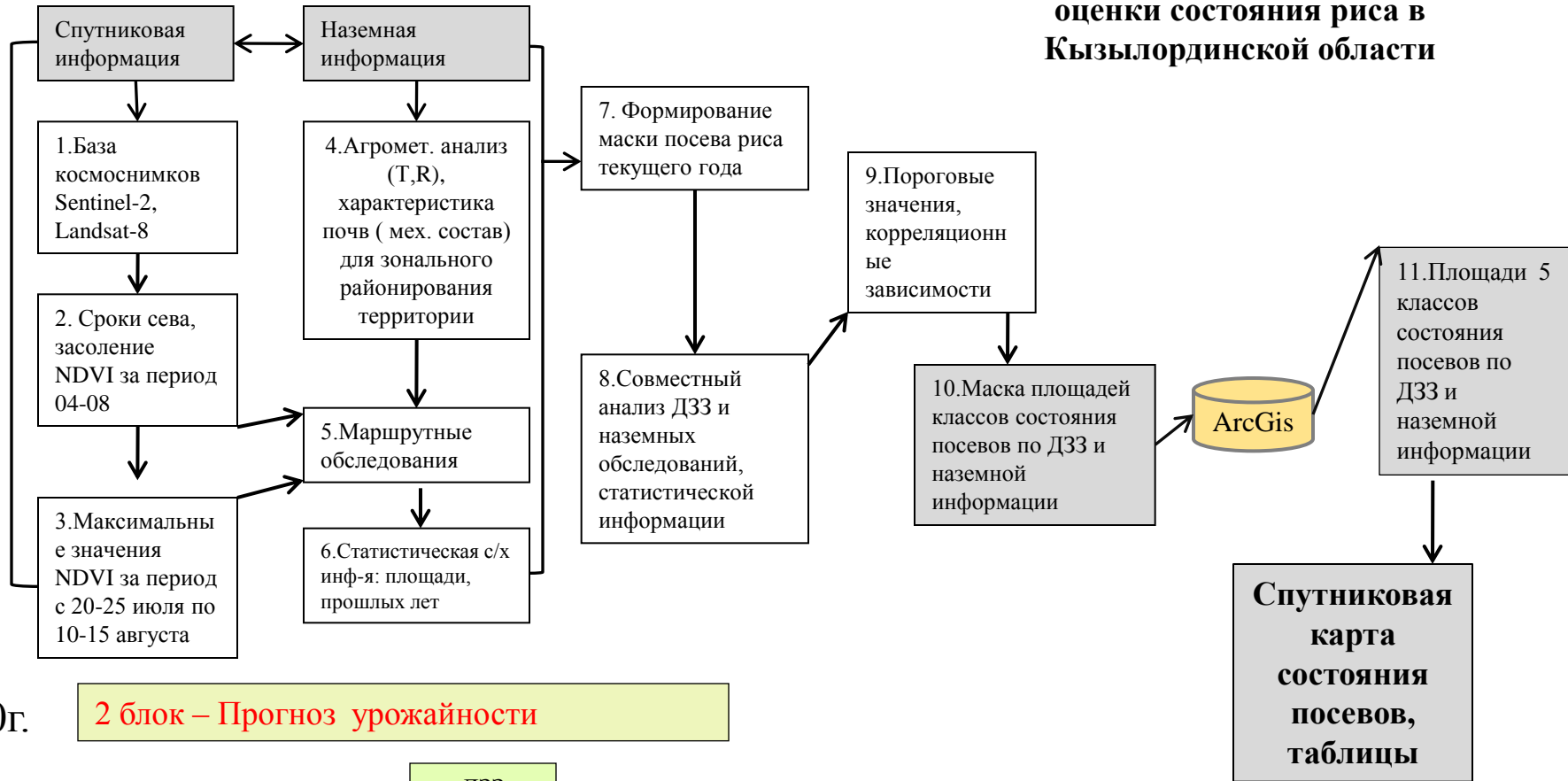
Удовлетворительное состояние с полеганием посевов риса в период созревания в Кызылординской области по данным маршрутного обследования поле риса, сорт «Сыр-Сулуы», Кармакшинский р-н (GPS 148). (и в Жалагашском районе (GPS – 104);)

Алгоритм последовательной обработки спутниковой и наземной информации для оценки состояния риса в Кызылординской области

2019г.

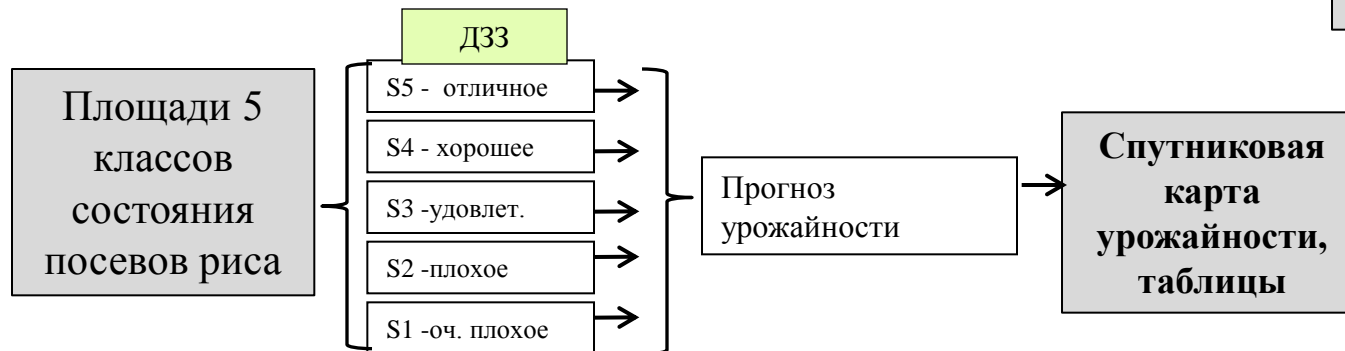
1 блок - Оценка состояния посевов

Разработан алгоритм дистанционной оценки состояния риса в Кызылординской области



2020г.

2 блок – Прогноз урожайности

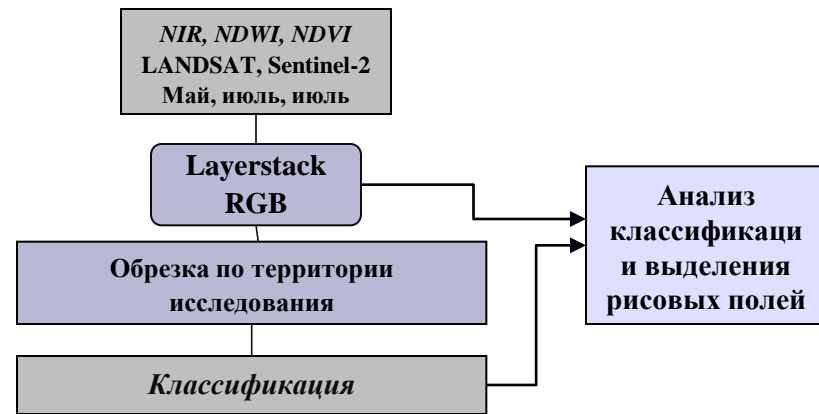


Методика определения посевных площадей риса

Для выделения рисовых полей по данным дистанционного зондирования и их картирования были привлечены данные:

1. космической съемки **Landsat-8 (30 м)** и **Sentinel-2(10 м)**;
2. картографические материалы (границы районов),
3. данные наземных обследований территорий Кызылординской, Алматинской областей в 2018 году (маршрутное обследование).

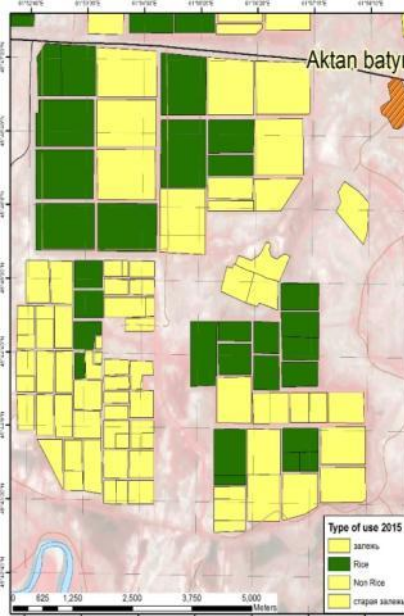
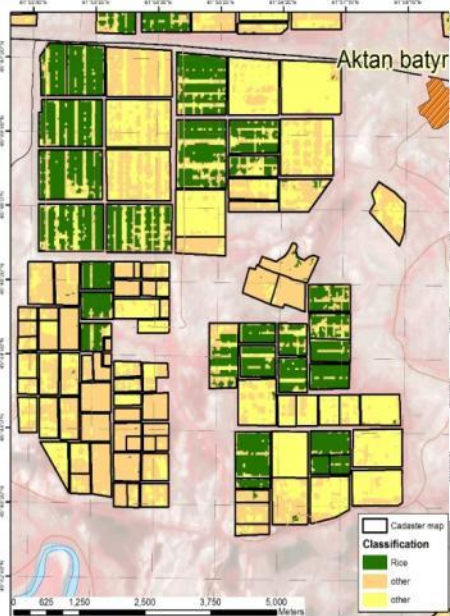
В результате обработки спутниковых данных начала вегетационного периода (середина апреля – начало июня) выбран снимок с последней датой обработки почвы (залит чеков водой) -12 июня; рассчитан индекс NDWI, на основе которого сформирована векторная маска обработанных полей под рис. Используя программный продукт ArcGis , рассчитаны посевные площади под рис.



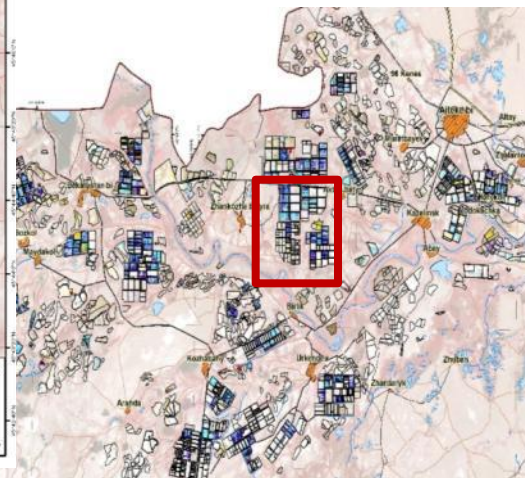
Композит LANDSAT



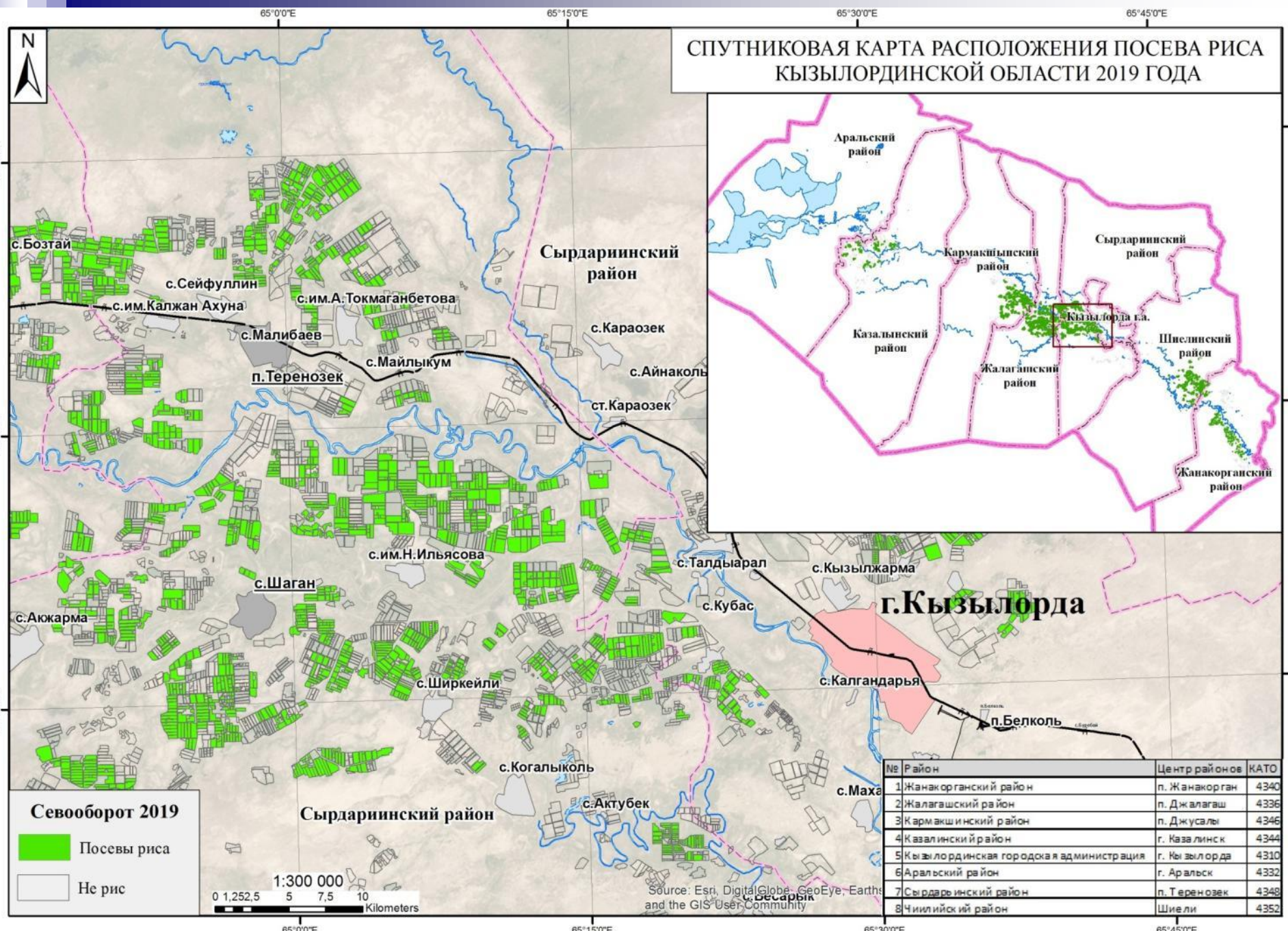
Классификация



Векторная маска



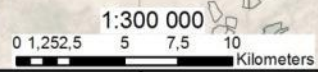
СПУТНИКОВАЯ КАРТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОСЕВА РИСА КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ 2019 ГОДА



Севооборот 2019

Посевы риса

Не рис



№	Район	Центр районов	КАТО
1	Жанакорганский район	п. Жанакорган	4340
2	Жалагашский район	п. Джалагаш	4336
3	Кармакшинский район	п. Джусалы	4346
4	Казалинский район	г. Казалинск	4344
5	Кызылординская городская администрация	г. Кызылорда	4310
6	Аральский район	г. Аральск	4332
7	Сырдаринский район	п. Теренозек	4348
8	Чиилийский район	Шиели	4352

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar and the GIS User Community

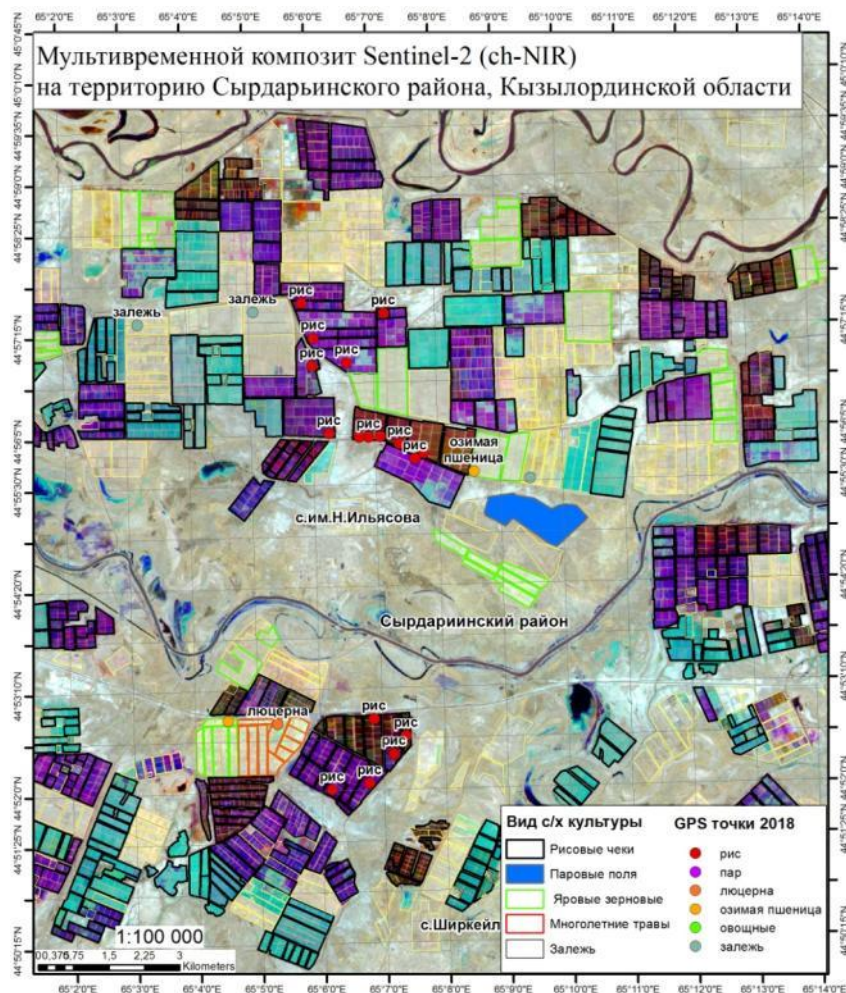
Площади сева риса по данным ДЗЗ и официальной статистике в 2019 году

Зона рисоводства	Район, область	Площадь сева, га по ДЗЗ	Площадь сева по статистике в 2019 г.
Север	Казалинский	6503,78	6225,0
	Сырдарьинский	25413,1	25061,0
Центр	Кармакшинский	14770,4	14633,0
	Жалагашский	21950,6	21800,0
	Шиелийский	13143,4	12475,0
Юг	Жанакорганский	8080,8	7739,0
	Всего по области:	89862,1	87933,0

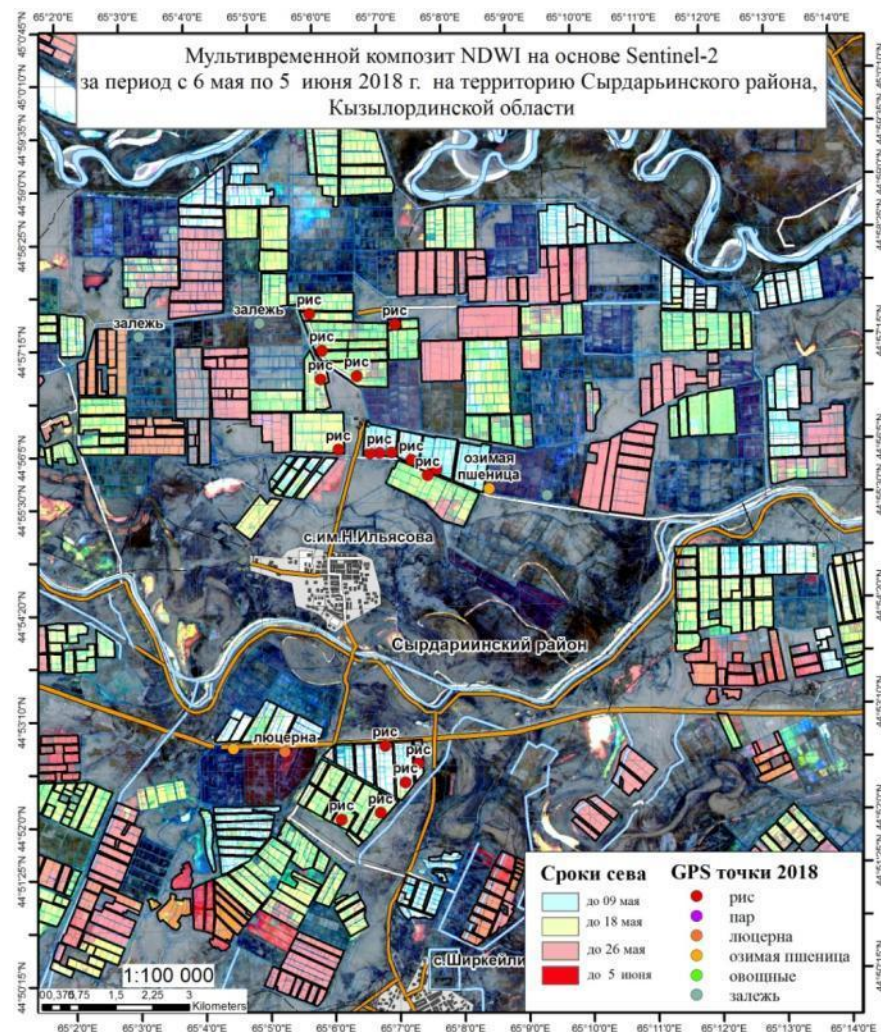
Площадь сева риса в 2019 году по данным ДЗЗ составила 89862,1 га, по официальным статистическим данным – 87933,0 га, отклонение спутниковых данных от статистических составило 1929,1 га или 2%, соответственно достоверность площадной информации имеет отличные результаты.

Методика определения сроков сева риса

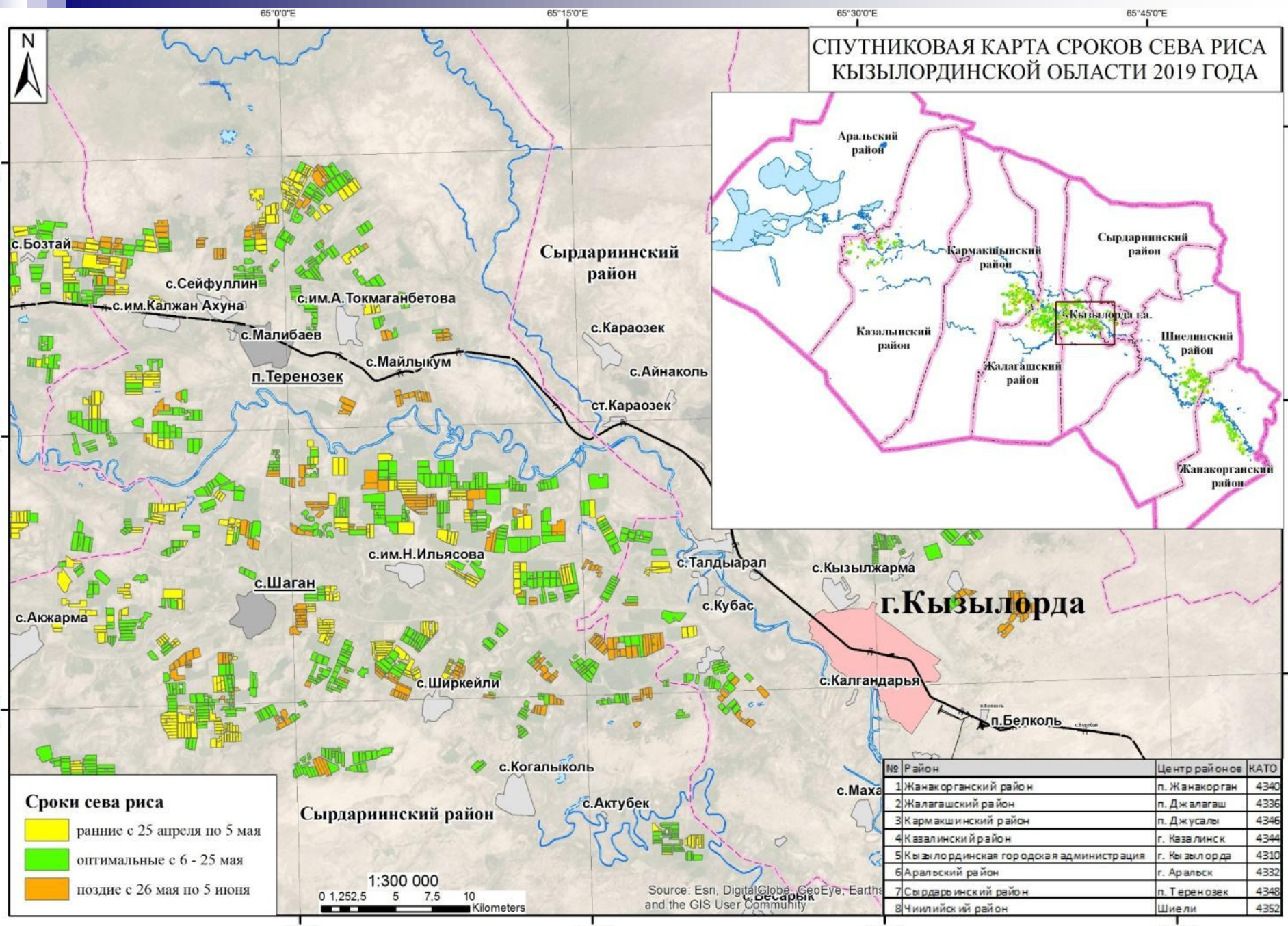
Мультивременной спектральный (NIR) композит (даты – 5 июня, 18 мая, 6 мая 2018г.)



Мультивременной композит индекса NDWI (даты – 5 июня, 18 мая, 6 мая 2018 г.)



СПУТНИКОВАЯ КАРТА СРОКОВ СЕВА РИСА КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ 2019 ГОДА



Сроки сева риса

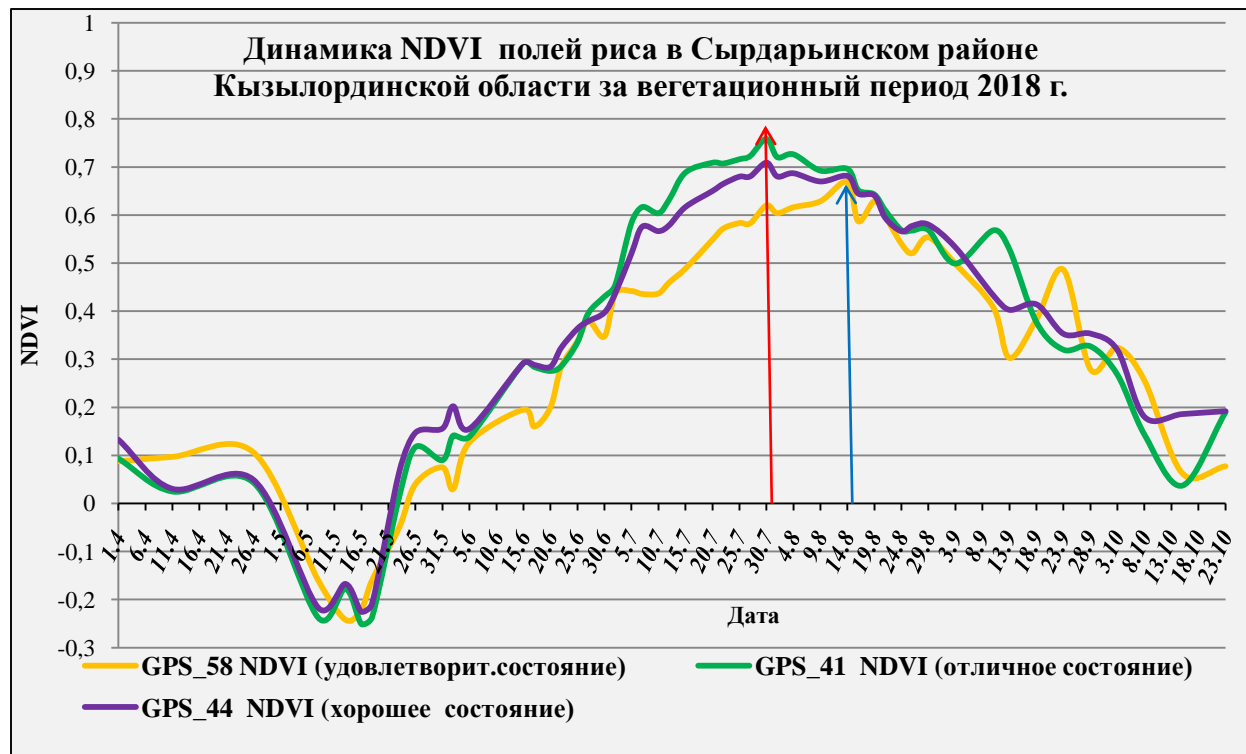
- ранние с 25 апреля по 5 мая
- оптимальные с 6 - 25 мая
- поздние с 26 мая по 5 июня



№	Район	Центр районов	КАТО
1	Жанакорганский район	п. Жанакорган	4340
2	Жалагашский район	п. Джалагаш	4336
3	Кармакшинский район	п. Джусалы	4346
4	Казалинский район	г. Казалинск	4344
5	Кызылординская городская администрация	г. Кызылорда	4310
6	Аральский район	г. Аральск	4332
7	Сырдаринский район	п. Теренозек	4348
8	Шиелинский район	Шиели	4352

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar, and the GIS User Community

Спектральный анализ роста и развития риса за вегетационный период на основе NDVI различного состояния посевов риса



Май - снижение NDVI до отрицательных значений, проведение посевных работ и наполнение чеков водой;

Конец мая – 15 июня, существенное увеличение NDVI, характеризует кущение и рост посевов;

Июль - значительный рост значений NDVI, активное развитие зеленой биомассы посевов;

20 июля - 15 августа, период наступления максимальных значений NDVI, максимальное

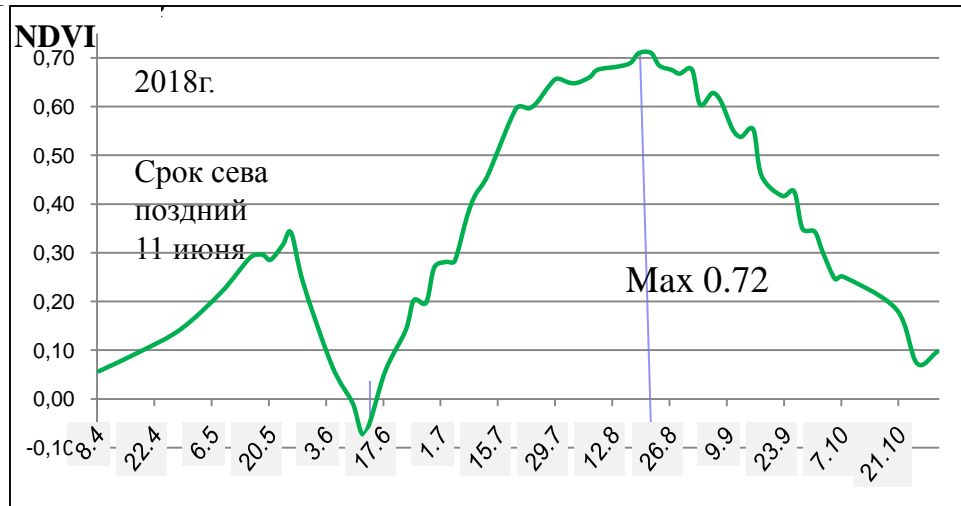
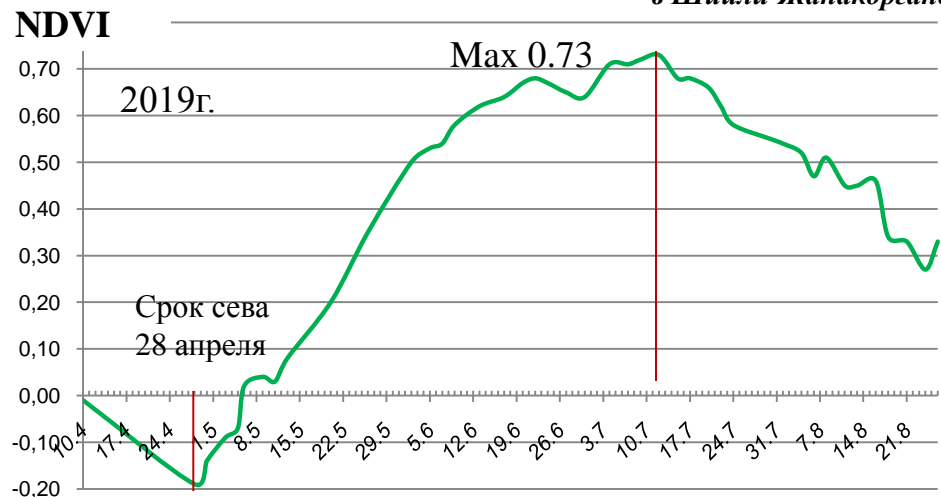
накопление зеленой биомассы, основной период для оценки состояния и продуктивности посевов;

16- 31 августа наблюдается постепенное снижение NDVI, связанное с созреванием посевов;

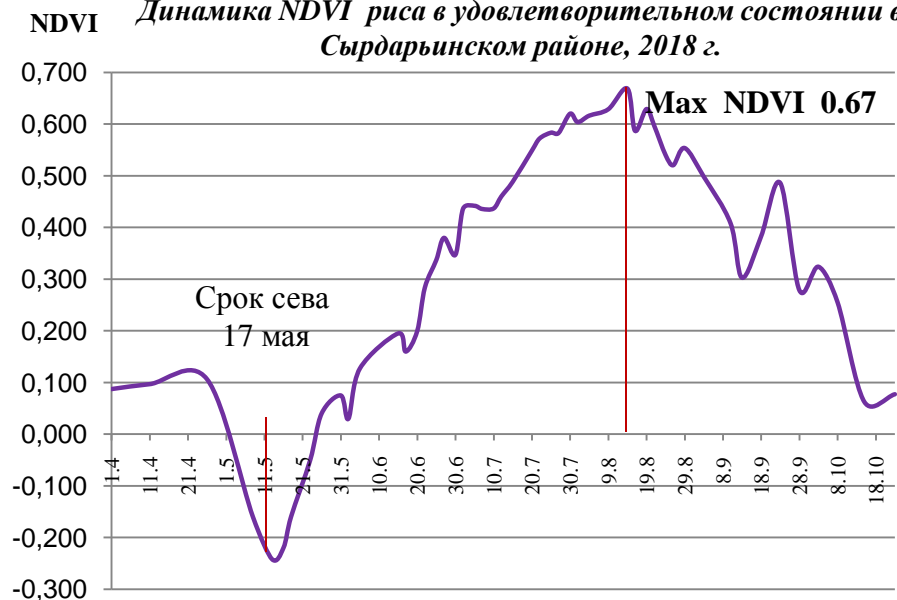
Сентябрь-октябрь резкое снижение NDVI, связано с проведением уборочных и послеуборочных работ на полях.

Проведен анализ динамики спутниковых индексов NDVI по сельскохозяйственным полям Кызылординской области за 2018-2019 гг.

Динамика NDVI посевов риса в хорошем состоянии за вегетационный период 2019 года по данным Sentinel-2 в Шишли-Жанакорган



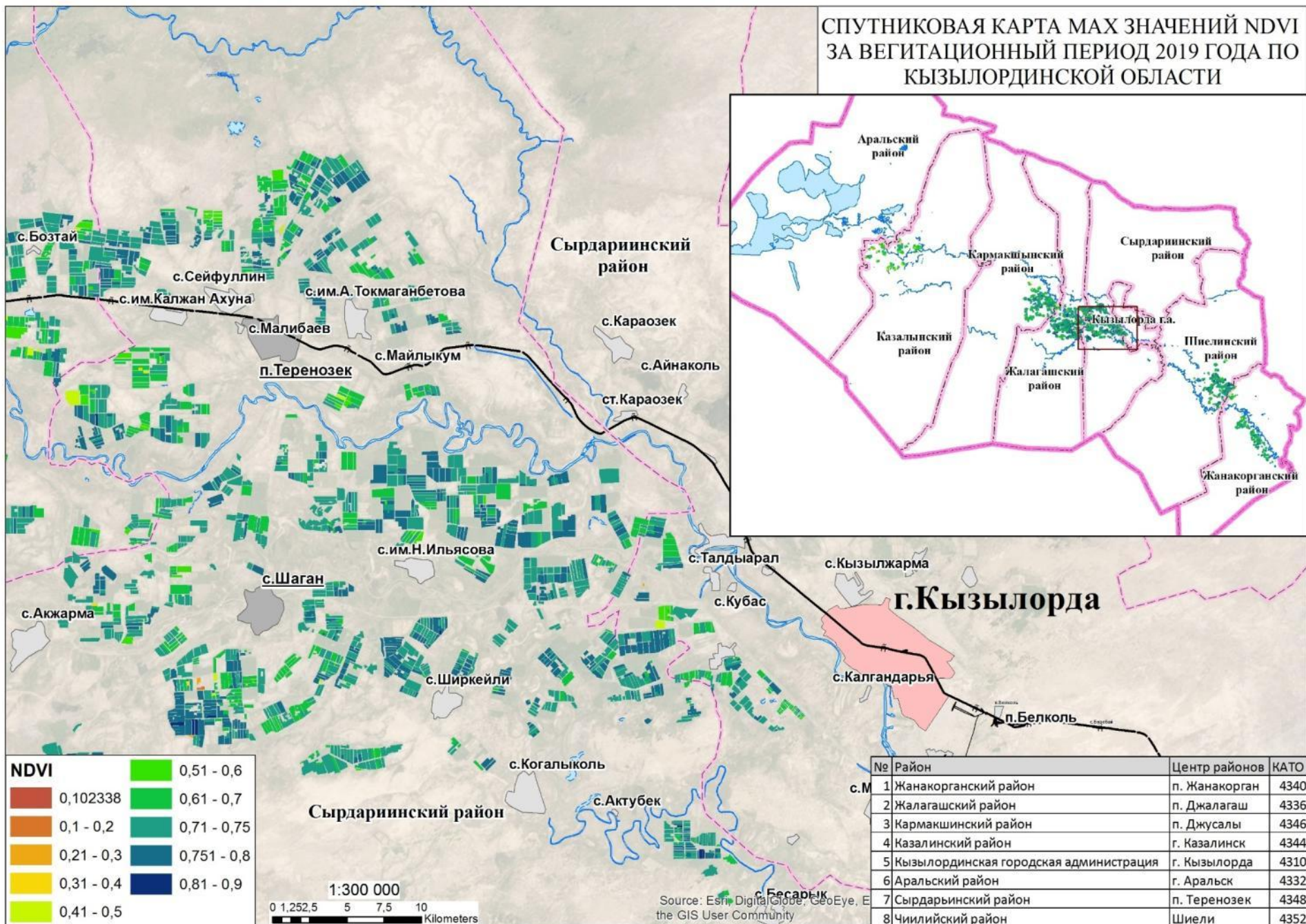
Динамика NDVI риса в удовлетворительном состоянии в Сырдарьинском районе, 2018 г.



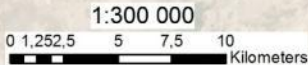
Динамика NDVI посевов риса в в удовлетворительном состоянии за вегетационный период 2017 года по данным Sentinel-2 в Казалинском массиве



СПУТНИКОВАЯ КАРТА МАХ ЗНАЧЕНИЙ NDVI
ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2019 ГОДА ПО
КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ



NDVI	Color	Range
0,102338	Red	0,51 - 0,6
0,1 - 0,2	Orange	0,61 - 0,7
0,21 - 0,3	Yellow-Orange	0,71 - 0,75
0,31 - 0,4	Yellow	0,751 - 0,8
0,41 - 0,5	Light Green	0,81 - 0,9

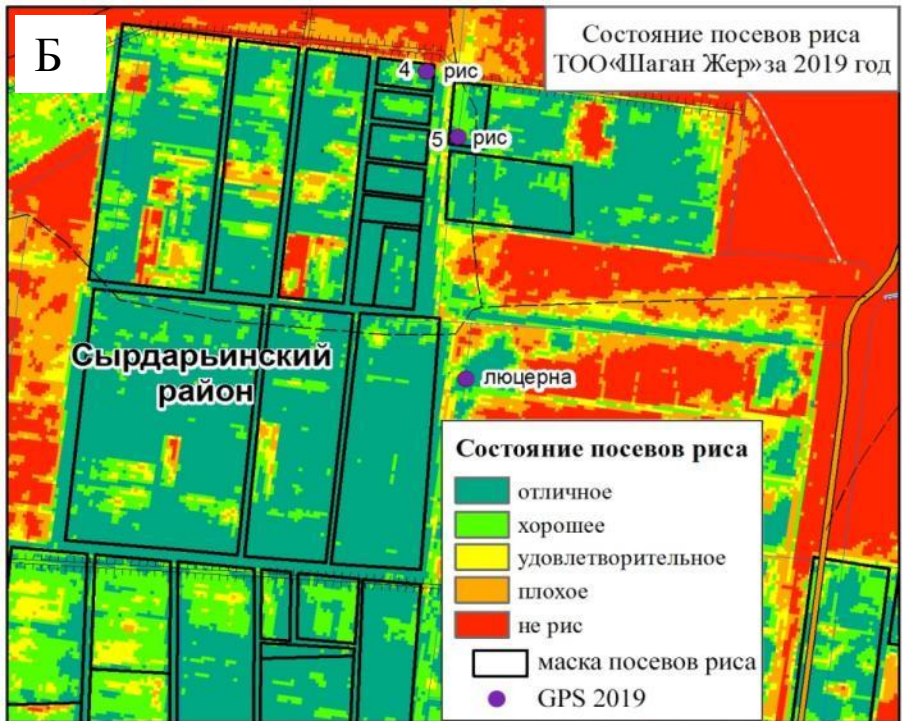
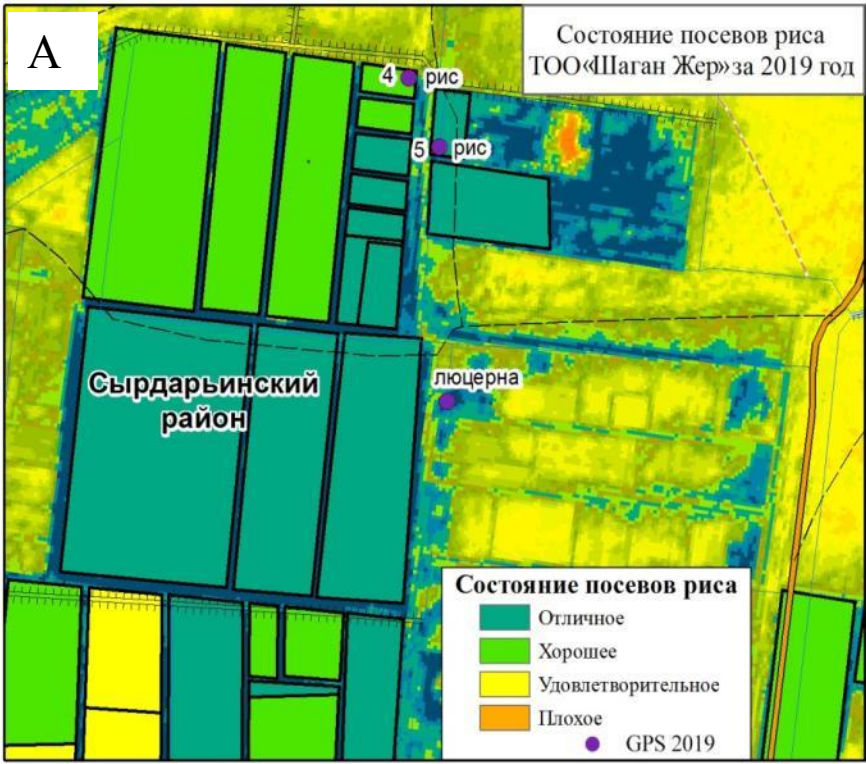
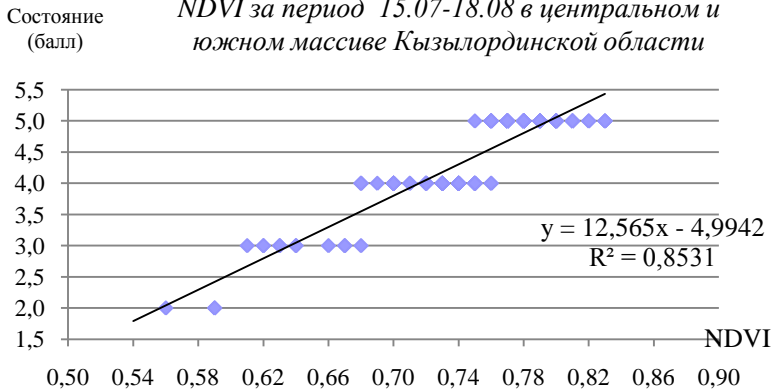


Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, E

№	Район	Центр районов	КАТО
1	Жанакорганский район	п. Жанакорган	4340
2	Жалагашский район	п. Джалагаш	4336
3	Кармакшинский район	п. Джусалы	4346
4	Казалинский район	г. Казалинск	4344
5	Кызылординская городская администрация	г. Кызылорда	4310
6	Аральский район	г. Аральск	4332
7	Сырдарьинский район	п. Теренозек	4348
8	Чиилийский район	Шиели	4352

Состояние посевов риса на полях ТОО «Шаган Жер» Сырдарьинского района в 2019 году на основе NDVI

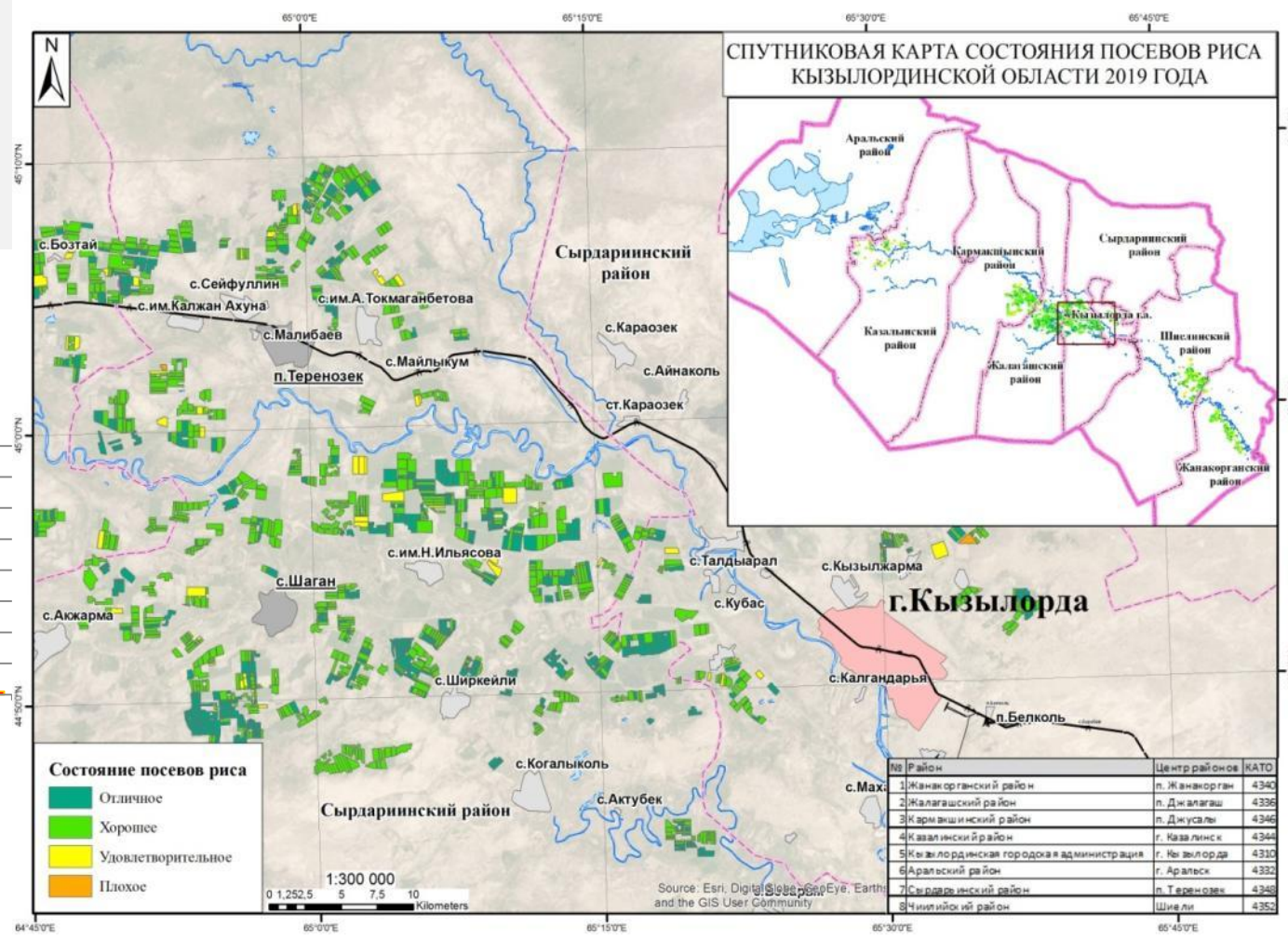
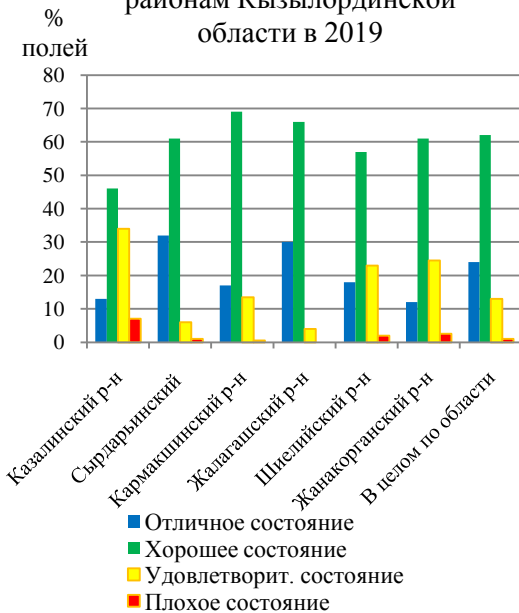
Зависимость состояния риса от максимального NDVI за период 15.07-18.08 в центральном и южном массиве Кызылординской области



А – оценка состояния риса на основе NDVI осредненного по полю;
 Б – оценка состояния риса на основе пиксельных значений NDVI

Построена спутниковая карта оценки состояния посевов риса Кызылординской области за 2019г.

Спутниковая оценка состояния риса по данным ДЗЗ по районам Кызылординской области в 2019



Состояние риса (% от посевной площади) в 2019 г. по классам:

отличное	хорошее	удовлетворит.	плохое
24	62	13	1

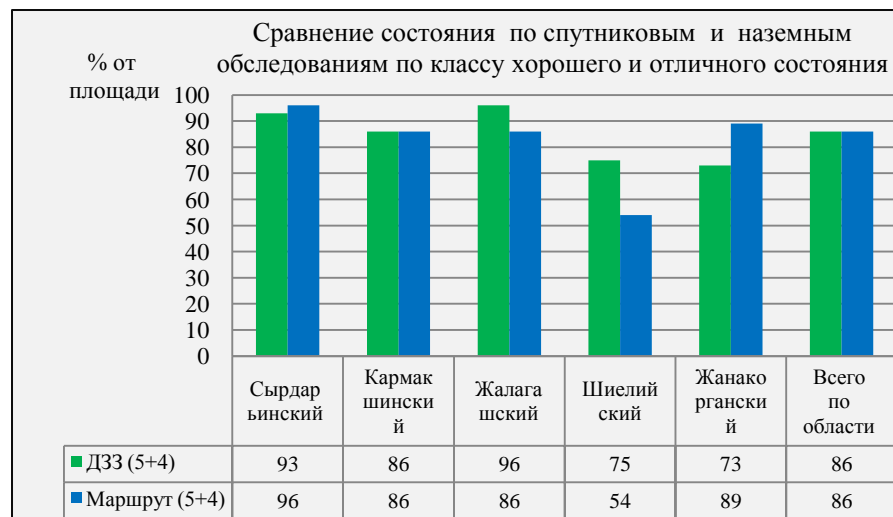
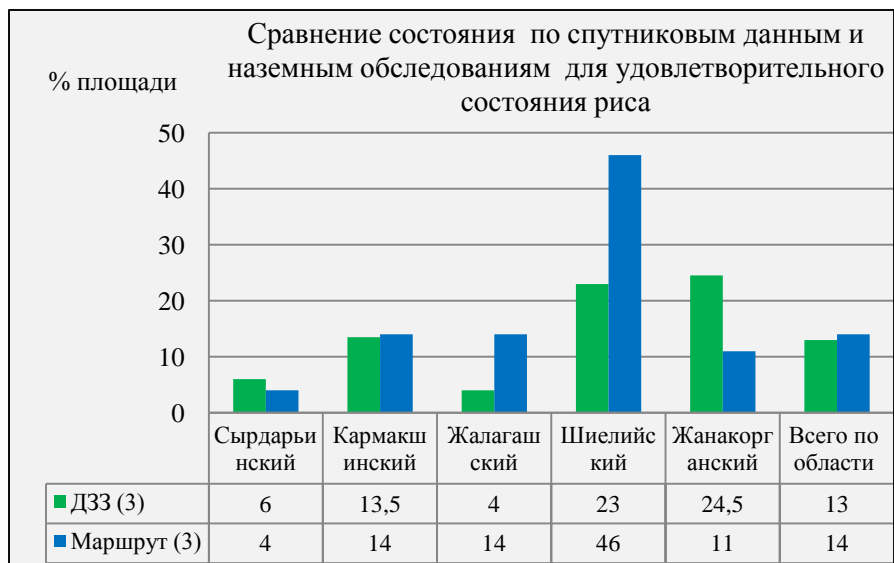
Рассчитаны площади посевов риса различных классов состояния за 2019г.

Зона рисоводства	Район, область	Площадь сева, га по ДЗЗ	Состояние риса (га, % от посевной площади) в 2019 г. по классам:							
			отличное		хорошее		удовлетворит.		плохое	
			га	%	га	%	га	%	га	%
Север	Казалинский	6503,78	829,5	13	3019,3	46	2184,5	34	470,6	7
Центр	Сырдарьинский	25413,1	8073,6	32	15598,6	61	1500,8	6	240,2	1
	Кармакшинский	14770,4	2557,1	17	10157,7	69	1992,5	13,5	63,2	0,5
	Жалагашский	21950,6	6636,1	30	14364,1	66	950,5	4	0,0	0
Юг	Шиелийский	13143,4	2431,5	18	7542,0	57	2946,6	23	223,4	2
	Жанакорганский	8080,8	941,6	12	4956,8	61	1983,9	24,5	198,5	2,5
Всего по области:		89862,1	21469,4	24	55638,5	62	11558,8	13	1195,9	1

Результаты спутникового анализа показывают, что в 2019 году состояние посевов по территории области преобладает хорошее – 62 % и отличное - 24%, и лишь у небольшого количества посевов состояние оценивается удовлетворительно – 13%, кое-где плохо – 1%. Однако по районам состояние риса неодинаковое.

Проведена верификация спутниковой оценки состояния посевов проведена по материалам маршрутных обследований путем подсчета совпадения и несовпадения спутниковых оценок с наземными данными

Оценка состояния	Общее количество точек наблюдений	Совпадение точек наблюдений	Не совпадение точек наблюдений	Оправдываемость %
5	76	67	9	88,2
4	49	46	3	93,9
3	10	10	0	100
2	7	6	1	85,7
Всего:	142	129	13	91



Сравнение оцененного состояния риса по спутниковым и наземным данным по отдельным классам состояния риса

Спутниковые данные позволяют оперативно выявлять неоднородность и проблемные зоны на поле, быстро принимать агротехнические решения с целью улучшения состояния посевов и получения стабильного урожая на полях.

Основные результаты

- Разработана структура базы данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) за вегетационный период (апрель - сентябрь) 2014-2018г.,
- Определены входные данные для мониторинга состояния посевов риса;
- Подготовлена база вегетационных индексов NDVI, NDWI по снимкам Sentinel-2 за 2019 год;
- Определены основные параметры для оценка состояния посевов риса: актуализированная маска посевов риса 2019 года, сроки посева риса, тип почвы, степень засоления почв, оценка агрометеорологических условий (устойчивый переход температуры воздуха через 15 С весной, накопление сумм активных температур >15 С за период активного развития риса - от даты перехода температуры воздуха до выметывания метелки риса в августе).
- Проведен анализ динамики спутниковых индексов NDVI по сельскохозяйственным полям Кызылординской области за 2018-2019гг.;
- Проведен анализ основных метеорологических параметров, характеризующих обеспечение термическими ресурсами территории рисоводства за многолетний период (2014-2019 гг.), влияющих на состояние посевов;
- Разработана шкала оценок и характеристик для классов состояния посевов риса: отличное, хорошее, удовлетворительное, плохое, очень плохое.
- Проведено маршрутное обследование риса в период с 9-19 августа 2019гг.;
- Собран архивный материал по маршрутным обследованиям, 2017-2018гг.;
- Разработан алгоритм дистанционной оценки состояния риса в Кызылординской области.
- Составлена спутниковая карта состояния посевов риса по Кызылординской области 2019 года;
- Подготовлены таблицы площадей различного состояния посевов риса по районам и в целом по области;
- Проведена верификация спутниковой оценки состояния посевов риса по материалам маршрутных обследований



Спасибо за внимание!