



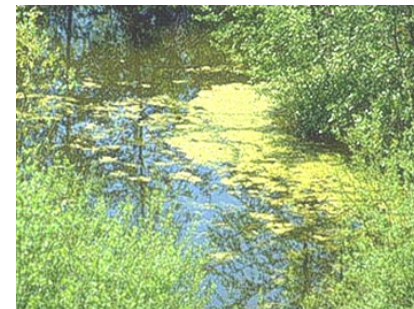
Основные принципы и методы агроэкологического мониторинга

Васенев Иван Иванович,
кандидат биологических наук,
заведующий кафедрой экологии
РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева





Агроэкологический мониторинг:



Система специально организованных во времени и пространстве наблюдений за основными компонентами агроэкосистем с целью выработки рекомендаций по агроэкологической оптимизации их использования, сохранения и/или восстановления с минимизацией экологических рисков сельскохозяйственного производства и устойчивым рентабельным получением продукции агроэкологически обоснованного количества и требуемого качества, при сохранении основных экологических функций и сервисов базовых компонентов агроландшафта.



Планирование агроэкологического мониторинга:

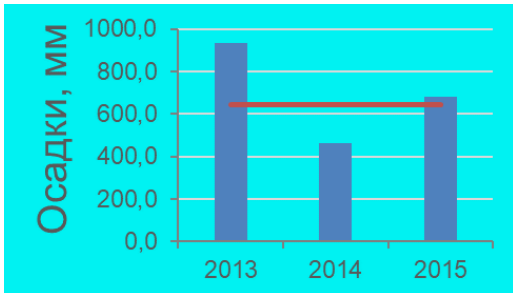


- Анализ проблемной агроэкологической ситуации и уточнение задач агроэкологического мониторинга земель.
- Системный анализ основных экологических рисков с выделением лимитирующих агроэкологических факторов.
- Выбор минимально необходимого и достаточного набора основных диагностических параметров мониторинга.
- Пространственно-временная структура организации ПЭКиМ.
- Выбор рациональных методов и инструментального обеспечения агроэкологического мониторинга.
- Планирование разработки информационно-справочных и геоинформационных систем мониторинга.
- Использование результатов мониторинга в современных системах поддержки принятия решений (СППР/DSS): управленческих, планировочных и технологических.





Целевые задачи агроэкологического мониторинга:

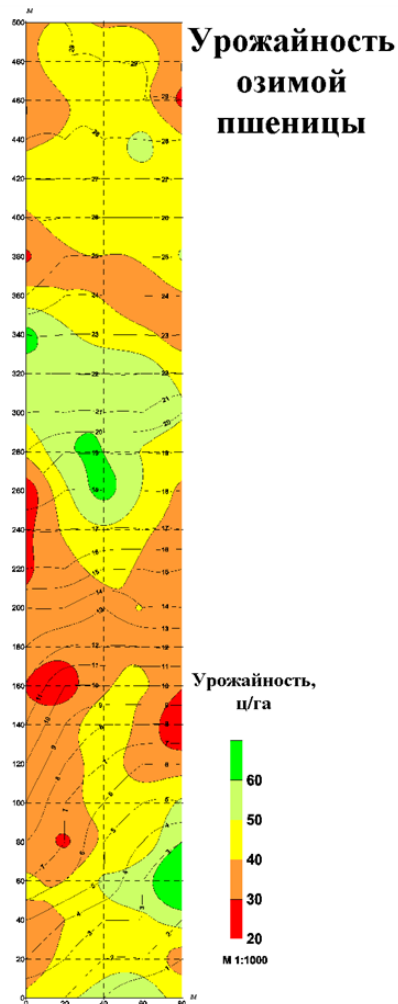


Основные вызовы (задачи) агроэкологической оптимизации земледелия в РФ:

- Устойчивое развитие производства,
- Увеличение средней урожайности,
- Улучшение качества продукции,
- Повышение рентабельности производства,
- Адаптация к условиям агроландшафтов,
- Адаптация к изменениям климата,
- Развитие и трансфер НД АгроТехнологий,
- Сертификация производства и продукции.



Растущий спрос на качественную информацию о текущем агроэкологическом состоянии земель:



Агроэкологически обоснованная интенсификация агротехнологий:

- Предусматривает высокий уровень агротехники и применяемых доз удобрений, регуляторов роста и средств защиты растений.
- Сопровождается значительным возрастанием не только плановой рентабельности производства, но и «цены» возможных ошибок в интерпретации текущих почвенно-агроэкологических условий конкретного поля (рабочего участка) .
- Актуализирует исследования , агротехнологическую и агроэкологическую оценку, мониторинг СПП для систем адаптивно-ландшафтного и прецизионного земледелия (Сорокина, 2003; «Агроэкологическая оценка...», 2005; 2012; Васенев и др., 2010; 2012; 2019)

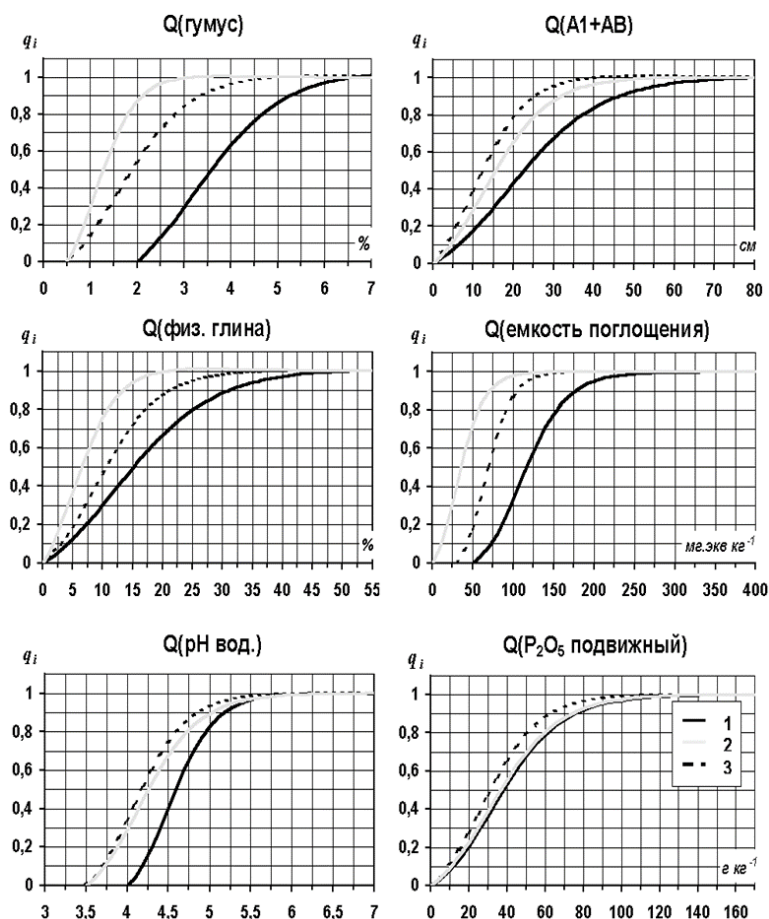


Приоритетные проблемы современной деградации земель, исследуемые в рамках агроэкологического мониторинга :



- Агрогенная трансформация органического вещества (скорости и пределы дегумификации, мобильный гумус).
- Агрогенная дезагрегация и эрозия (водная, дефляция, плужная), переуплотнение и выпаживание.
- Агрогенная активизация вторичного гидроморфизма (на фоне региональной дифференциации глобальных изменений).
- Агрогенная деградация ППК (подкисление, подщелачивание, осолонцевание, разрушение).
- Агрогенное усложнение СПП (неоднородности, расчлененности, контрастности).
- Стихийные залежи, нарушенные структуры севооборотов и землепользования.
- Локальное и фоновое антропогенное загрязнение (проблемы диагностики, оценки, использования и реабилитации земель).

Агроэкологические функции земель ($=f(\text{ОДП})$), анализируемые в рамках агроэкологического мониторинга

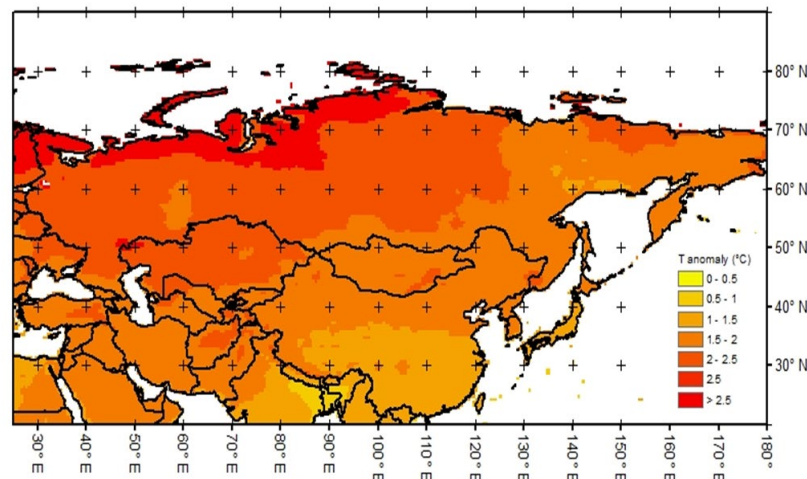


- Агроклиматическая функция обеспечения продукционного процесса сельскохозяйственных культур светом (ФАР), теплом и влагой;
- Гидрофизическая функция обеспечения продукционного процесса сельскохозяйственных культур доступной влагой;
- Агрофизическая функция поддержания благоприятных условий для развития растений и работы сельхозмашин;
- Агрохимическая функция эффективного обеспечения культур доступными формами элементов питания;
- Санитарно-экологическая функция обеспечения благоприятного санитарного состояния земель;
- Геохимическая функция обеспечения устойчивости почв и земель к загрязнению;
- Фитосанитарно-экологическая функция обеспечения благоприятного фитосанитарного состояния земель;
- Экологические функции почв и земель.



Адаптация к изменениям климата (температура):

Прогноз повышения среднегодовой температуры в среднесрочной перспективе 2006-2050 гг. по сравнению с 1961-2005 гг.



(CMCC and RSAU-MTAA
– R. Valentini, I. Vasenev, 2015)

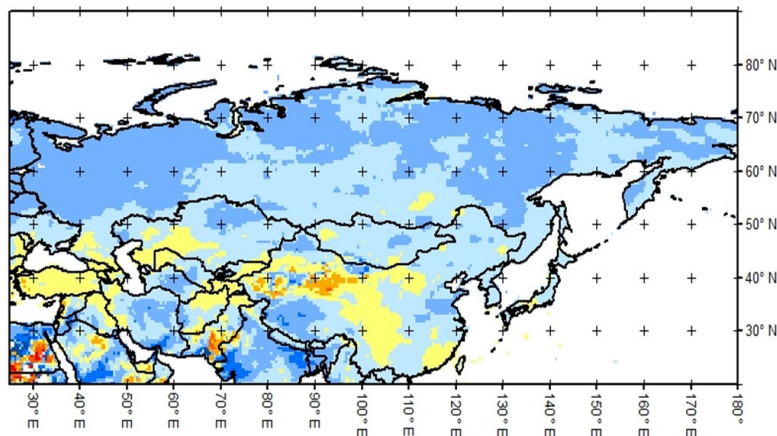
Общая тенденция к повышению среднемесячных температур теплого периода определяет постепенное увеличение суммы активных температур вегетационного периода (Di Paola et al., 2018), создавая потенциально благоприятные условия для более интенсивного развития товарного растениеводства.

Постепенно изменяется агроклиматический потенциал сельского хозяйства России.

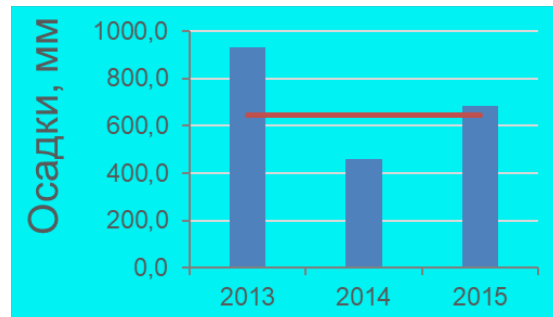


Адаптация к изменениям климата (осадки):

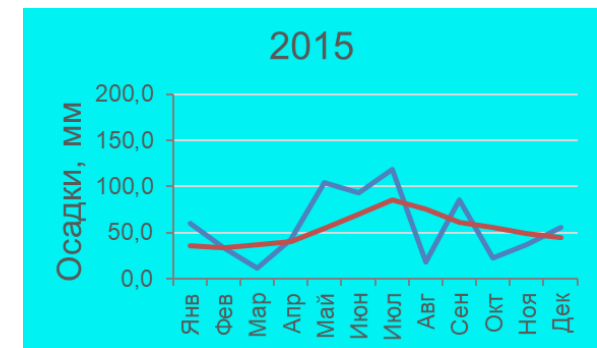
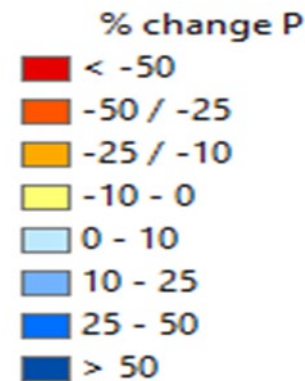
Прогноз изменения количества осадков в среднесрочной перспективе 2006-2050 гг. по сравнению с 1961-2005 гг.



(CMCC and RSAU-MTAA
— R. Valentini, I. Vasenev,
2015)



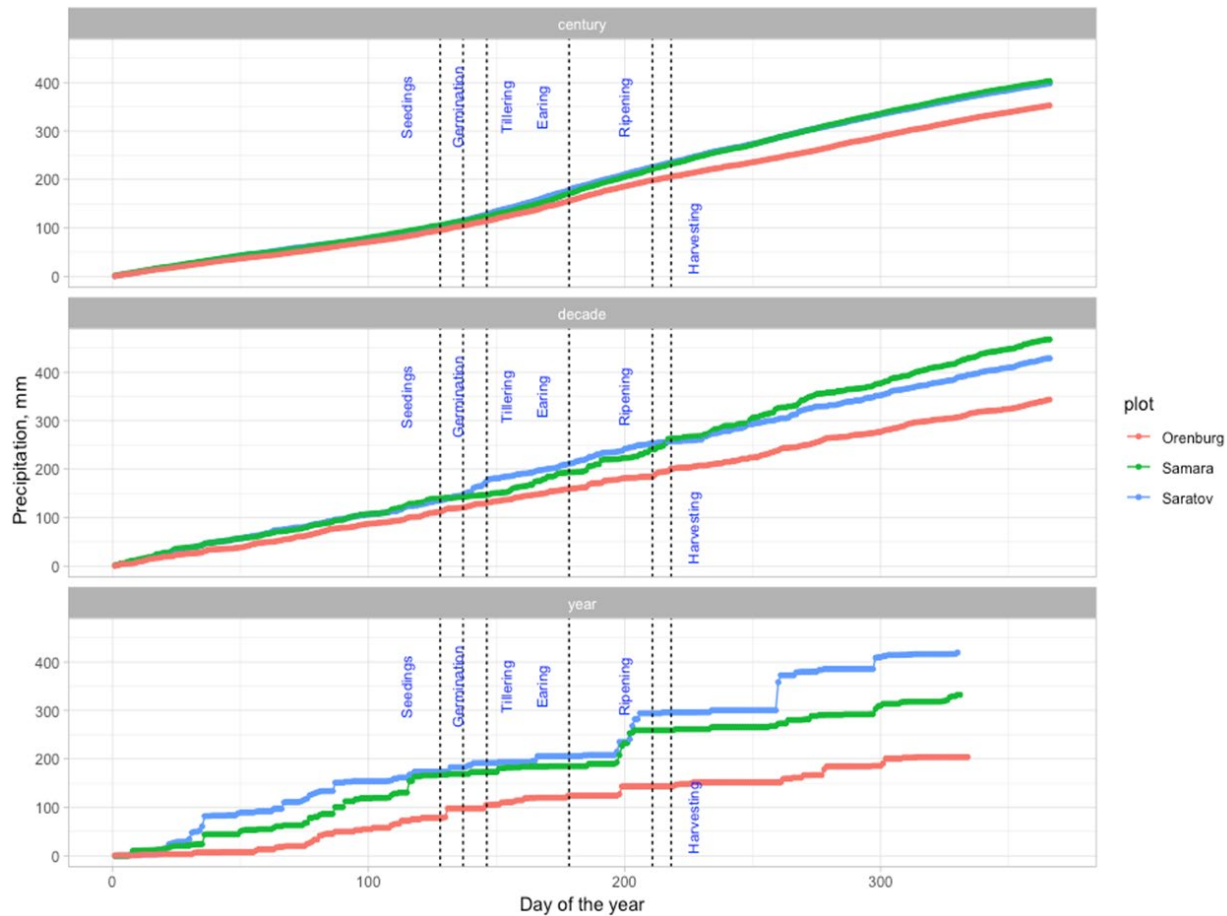
Неоднозначные изменения в долгосрочной и сезонной динамике осадков сопровождаются дальнейшим увеличением региональной неоднородности и непредсказуемости сезонной динамики запасов продуктивной влаги в почве (Васенев и др., 2019).



В Москве 30-летняя климатическая норма осадков составляет 644,0 мм в год с колебаниями до 35-40%



Региональная дифференциация климата (осадки):



Частая периодичность и повышенная интенсивность неблагоприятных погодных условий приводят к заметному увеличению экологических и экономических рисков интенсивного сельскохозяйственного производства (Иванов и др., 2017; Di Paola et al., 2018; FAO, 2021).



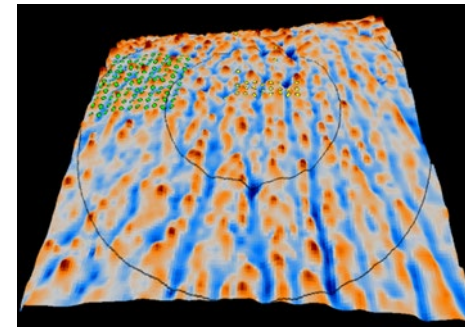
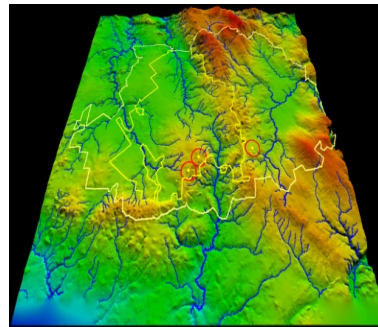
Методы агроэкологического мониторинга:



- Автоматизированные станции измерения потоков энергии (ФАР), воды и CO_2 ;
- Напочвенные экспозиционные камеры измерения потоков воды и CO_2 ;
- Традиционные методы массовых экологических, почвенных агрохимических исследований;

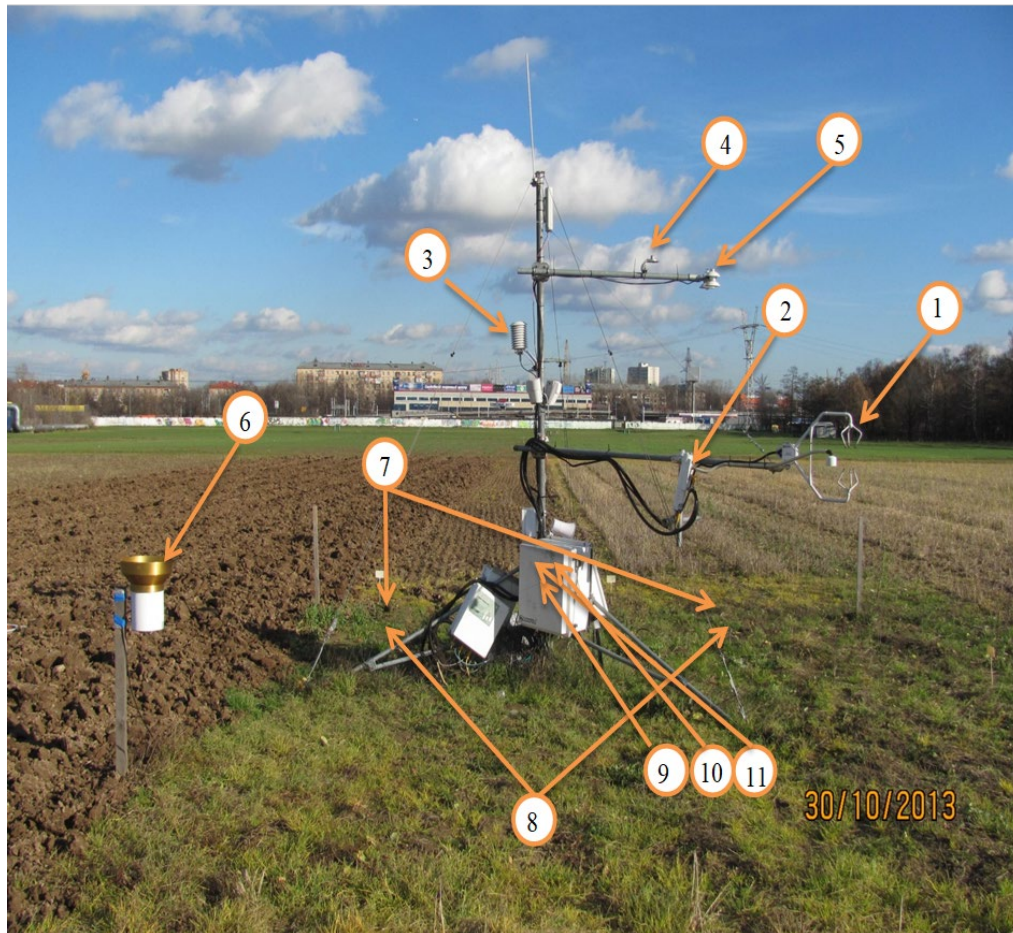


- Детальное агроэкологическое картирование почв и посевов;
- Анализ базального и субстрат-индуцированного дыхания;
- Анализ данных дистанционного зондирования;
- Геоинформационное моделирование.



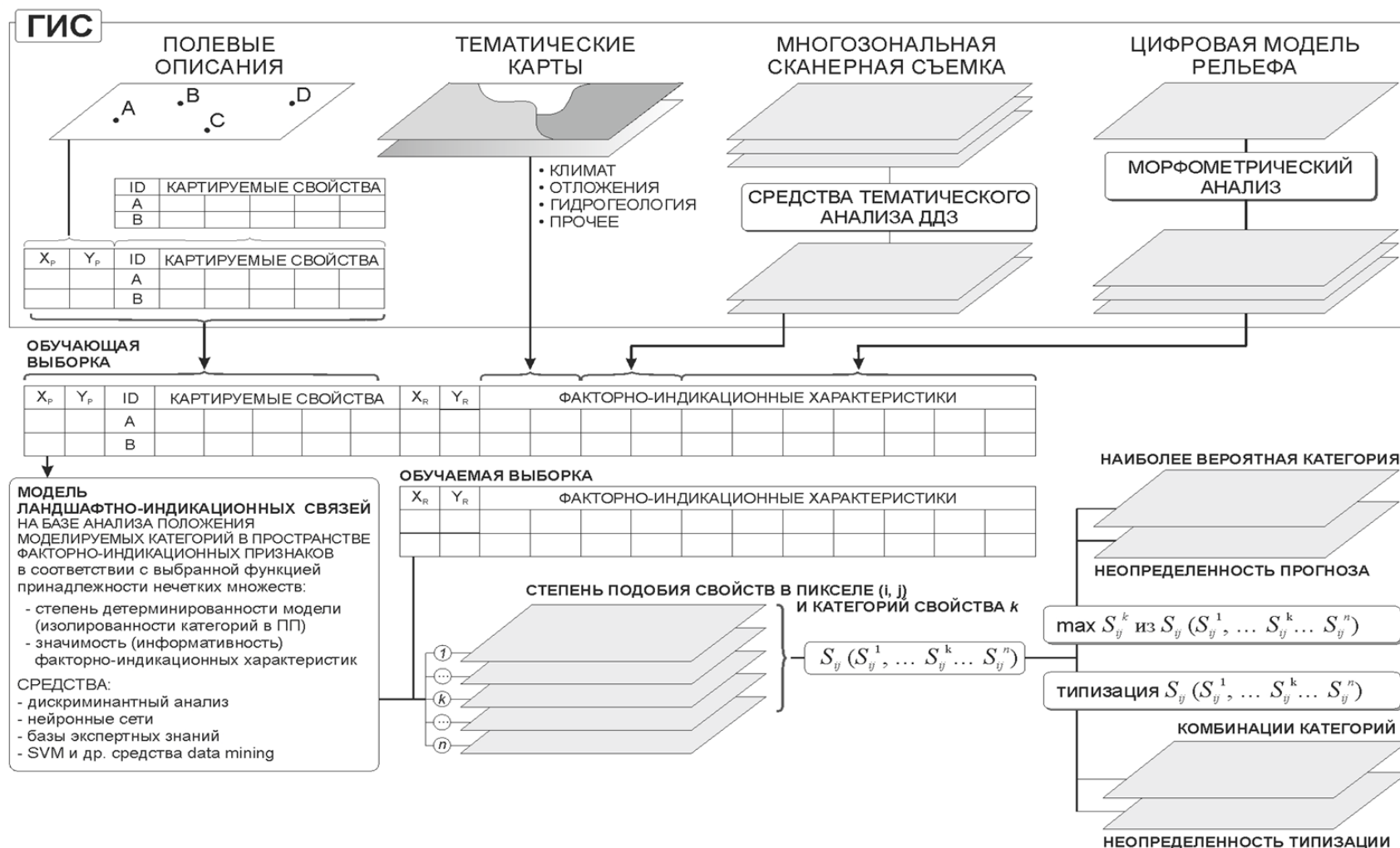


Измерительные станции мониторинга:



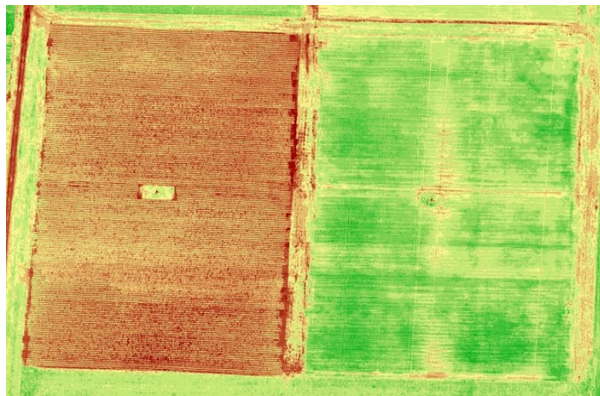
- Ультразвуковой анемометр CSAT3 .
- Инфракрасный газоанализатор LI7200.
- Термометр-гигрометр HC2S3
- Датчик ФАР LI190SB.
- Радиометр NR01 .
- Осадкомер TE525MM (Texas Electronics).
- Датчики влажности почвы CS650 на глубинах 5, 20, 50 см
- Датчик теплового потока HFP01. на глубине 8 см.
- Контроллер CR1000 .
- Сетевой кардридер NL115 (Campbell Scientific).
- Источник питания DC12V20

Схема и технологические этапы цифрового картографирования:





Использование малых БПЛА (БВС) :

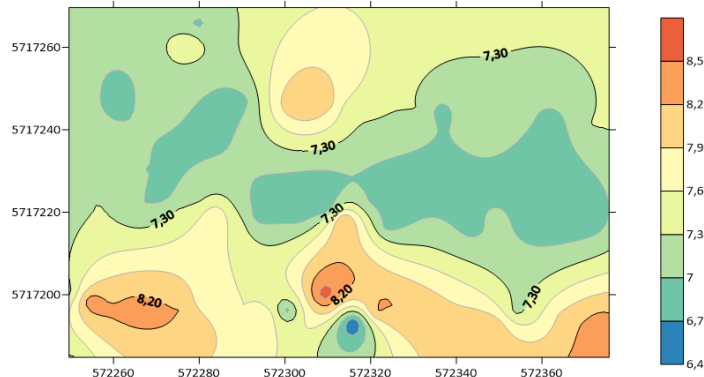


БПЛА могут быть эффективно использованы для планирования и контроля всех этапов сельскохозяйственного производства, включая обращение с побочными продуктами животноводства:

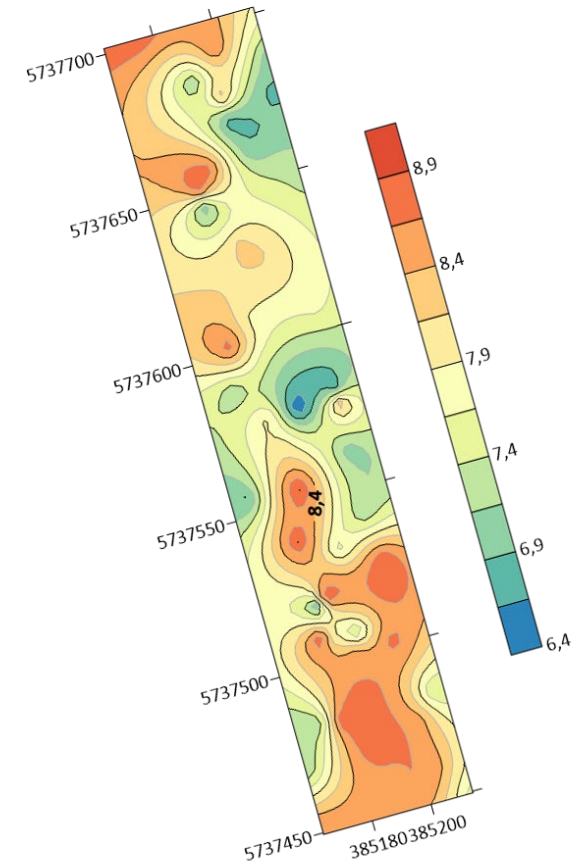
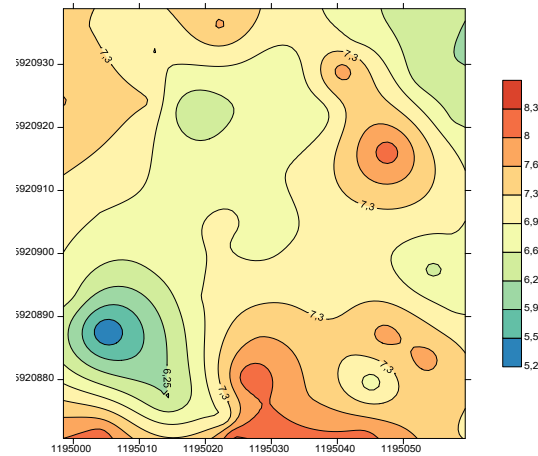
- Мониторинг мест временного хранения
- Анализ качества внесения
- Анализ обеспеченности посевов элементами питания - последствие
- Анализ засоренности посевов - последствие
- Мониторинг неоднородности лимитирующих факторов (увлажнение, прогревание)
- Оценка состояния зеленых насаждений
- Оценка состояния водоемов

При этом основным критерием для внедрения БПЛА является экономическая целесообразность.

Агроэкологическая оценка внутрипольной неоднородности почвенного покрова:



Карты pH (H_2O) для 3
полевых участков
площадью 1 га на
репрезентативных участках
с обыкновенными
черноземами в
Саратовской, Самарской и
Оренбургской областях
(апрель 2018 г.)





Спасибо за внимание!