



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра прикладной и системной экологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Магистерская диссертация)

На тему «Использование ГИС и ДДЗ для разработки элементов технологии
возделывания сельскохозяйственных культур с целью снижения
антропогенной нагрузки»

Исполнитель **Босавина Ирина Дмитриевна**

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доктор биологических наук

(ученая степень, ученое звание)

Лекомцев Петр Валентинович

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

Доцент, кандидат географических наук

(ученая степень, ученое звание)

Алексеев Денис Константинович

(фамилия, имя, отчество)

«20» *ИИИ* 2022

Санкт-Петербург
2022

Оглавление

1 Цель и задачи исследования	7
1.1 Цель исследования	7
1.2 Задачи исследования	7
2 Обзор литературы	9
2.1 Гербициды	9
2.2 Фунгициды.....	11
2.3 Классификация сорных растений.....	14
2.4 Биологические особенности сорной растительности.....	16
2.5 Основные особенности сорняков от культурных растений.....	17
2.6 Дистанционный мониторинг засоренности посевов	21
2.7 Карта-задание на основе фитосанитарного состояния полей.....	22
3 Объекты исследования.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Характеристика сорта яровой пшеницы Дарья	Error! Bookmark not defined.
3.2 Краткая характеристика хозяйства.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Погодные условия в период проведения дистанционного мониторинга посевов.....	Error! Bookmark not defined.
3.4 Схема опыта, методика исследования	Error! Bookmark not defined.
3.5 Используемая технология внесения средств защиты растений.....	Error!
	Bookmark not defined.
4 Результаты и обсуждения	Error! Bookmark not defined.
5 Экспериментальная часть	Error! Bookmark not defined.
5.1 Густота стояния растений.....	Error! Bookmark not defined.

5.2 Динамика роста и накопления зеленой и воздушно-сухой массы.....	Error!
Bookmark not defined.	
5.3 Засоренность посева.....	Error! Bookmark not defined.
5.4 Урожайность и структура урожая	Error! Bookmark not defined.
5.5 Экономическая эффективность изучаемых приемов	Error! Bookmark not defined.
defined.	
6 Обеспечение экологического благополучия.....	Error! Bookmark not defined.
7 Предложения по изменению методологии создания карт-заданий по дифференцированному внесению хим. средств. защиты растений	Error!
Bookmark not defined.	
Заключение	24
Список использованной литературы.....	25

Введение

Одна из самых важных проблем стоящих перед производителем сельскохозяйственных культур – это повышение продуктивности возделываемых культур, одновременное снижение денежных затрат и создание условий для снижения на поля антропогенной нагрузки.

В настоящее время 33 млн. га сельскохозяйственных угодий, убранных из производственного оборота, не дают урожай, они выступают полигоном для вредных биологических организмов. Есть постоянный риск по созданию угроз нашествия вредителей, постоянный шанс, что сельскохозяйственные культуры заболеют, также постоянно появляются сорняки, которые размножаются и распространяются. Сорные растения являются основными конкурентами культурных растений. Они поглощают из почвы питательные вещества и влагу, затеняют посевы сельскохозяйственных культур, задерживают их вегетацию. Гербисорные растения помогают распространению грибковых и бактерий, которые вызывают болезни, а также являются местом обитания многих вредителей культур в сельскохозяйственных угодьях. Кроме того, на полях с высокой засоренностью полевая всхожесть семян уменьшена, снижается эффективность удобрений, мелиоративных мероприятий и агротехнических приемов.

Как подтверждают опыт, и научные исследования одним из самых эффективных методов в борьбе с сорняками является комплексный метод. Существуют разные комплексы мер:

1. предупредительные;
2. агротехнические;
3. биологические;
4. химические.

Ведущее место в аграрном направлении занимают химические меры, которые, безусловно, имеют много преимуществ. Но следует помнить, что

химические средства защиты растений являются наиболее опасными с экологической точки зрения.

На протяжении многих лет, были проведены полевые испытания по точному земледелию. Точечное земледелие является новым подходом в сельском хозяйстве. Он подходит для информационно-методической основы, построения электронных тематических карт сельскохозяйственной территории и оценки влияния различных управляемых и неуправляемых факторов которые влияют на продуктивность сельскохозяйственных культур [1].

В Агрофизическом НИИ происходят исследования фитосанитарного мониторинга на протяжении 12 лет. За это время была разработана методика и методологические основы для оптических характеристик фитосанитарного состояния сельскохозяйственных культур, а также были накоплены данные на территории СЗФО РФ [2]. Аэросъемка ведется с помощью БПЛА, замеры проводят на разной высоте от восьмидесяти до двухсот метров, период съемки восемь – десять дней, промежутки весь вегетационный период. Параллельно проводятся измерения на земле, прибор GreenSeeker , а также визуальный учет вредных организмов, которые стремятся распространиться на сельскохозяйственных территориях. Дистанционный мониторинг базируется:

- тестовых площадок
- наземных – постоянных учетных площадок

Они в свою очередь выступают в качестве эталонов, фитосанитарного состояния посевов, и уже на их основе проводят дешифровку аэрофотоснимков и всех данных собранных путем исследования перечисленным выше. Возможности для дешифровки изображений сделанных БПЛА осуществляется в программах:

1. QGIS;
2. Erdas;
3. АФИ;
4. ГИС.

Программа для дешифровки должна иметь возможность расчета

вегетационных индексов. Самый используемый вегетационный индекс NDVI, он тесно связан с индексом проективным покрытием – листовой поверхности вегетирующей растительности. Активно применяется в исследованиях с использованием БПЛА [2].

Но не все так радужно, существуют ограничения, например, он не настолько чувствителен, чтобы отреагировать на слабые изменения в фитосанитарной обстановке, они обычно близки к пороговым значениям распространения биологических опасностей для сельскохозяйственных культур.

Таким образом, если дифференцированное проведение подкормок азотными удобрениями яровой пшеницы уже хорошо отработанный элемент системы точного земледелия, получивший внедрение на производственных площадях СЗФО. Дифференцированное применение средств защиты растений еще находится в стадии научной разработки и апробации на базе филиала АФИ [3]. Поэтому необходимость создавать и применять новые методы и подходы к использованию средств химической защиты растений, снижение доз используемых препаратов. Они позволяют снижать негативное влияние на сельскохозяйственные культуры, и ведет к уменьшению загрязнения окружающей среды, что является особо актуальным в сельскохозяйственном производстве.

1 Цель и задачи исследования

1.1 Цель исследования

Основной целью работы является разработка элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур с использованием ГИС и ДДЗ для снижения антропогенной нагрузки.

Также необходимо оценить технологию использования системы защиты растений при возделывании зерновых культур на Меньковском филиале Агрофизического научно-исследовательского института с использованием показателей эколого-хозяйственного баланса.

Адаптировать методику оценки смешанных агрофитоценозов по критериям эффективности для использования при принятии решения о целесообразности применения хим. средств защиты растений и создании карт-заданий для дифференцированного их внесения

Усовершенствовать основы, теории и методики использования данных, сделанных с помощью БПЛА и дистанционного мониторинга. А также определить различные показатели для яровой пшеницы сорта Дарья с разной засоренностью на фонах минерального питания

1.2 Задачи исследования

1 Изучить видовой состав сорной растительности в посевах зерновых (на примере полевых опытов с яровой пшеницей);

2 Провести анализ данных дистанционного мониторинга посевов яровой пшеницы, с целью выявления показателей определяющих наличие сорной растительности;

3 Провести анализ изменения показателей (индексов) по данным ДДЗ в основные фазы развития яровой пшеницы

4 Разработать предложения по изменению методологии создания карт-заданий по дифференцированному внесению хим. средств. Защиты растений.

5 Рассчитать экономическую эффективность использования разработанного метода применения гербицидов.

2 Обзор литературы

2.1 Гербициды

В системе защиты посевов культурных растений, наряду с агротехническими мероприятиями, рекомендован для применения значительный ассортимент гербицидов [4].

Гербициды (лат. *herba* — трава, *caedo* — убиваю) — препараты, предназначенные для уничтожения сорных растений или предотвращения их прорастания [4].

Гербициды подразделяются на несколько видов, описанных на схеме 1 (см. рис 1) [3].

Главная область применения гербицидов — уничтожение сорняков в посевах сельскохозяйственных культур [5], особенно кукурузы, сои, хлопчатника, пшеницы, риса и сахарной свеклы [6].

Использование гербицидов в сельском хозяйстве, особенно в промышленно развитых странах, оказало огромное влияние на агротехнику возделывания многих культур в условиях нехватки рабочей силы. При применении гербицидов уменьшаются ручные и механические обработки, что в свою очередь предотвращает эрозию почвы. Также применение гербицидов увеличивает урожай огородных и садовых культур и позволяет улучшить их качество [7].

Главным отличием гербицидов от других средств защиты растений считается высокий уровень фитотоксичности, который проявляется устойчивостью растения к препаратам.

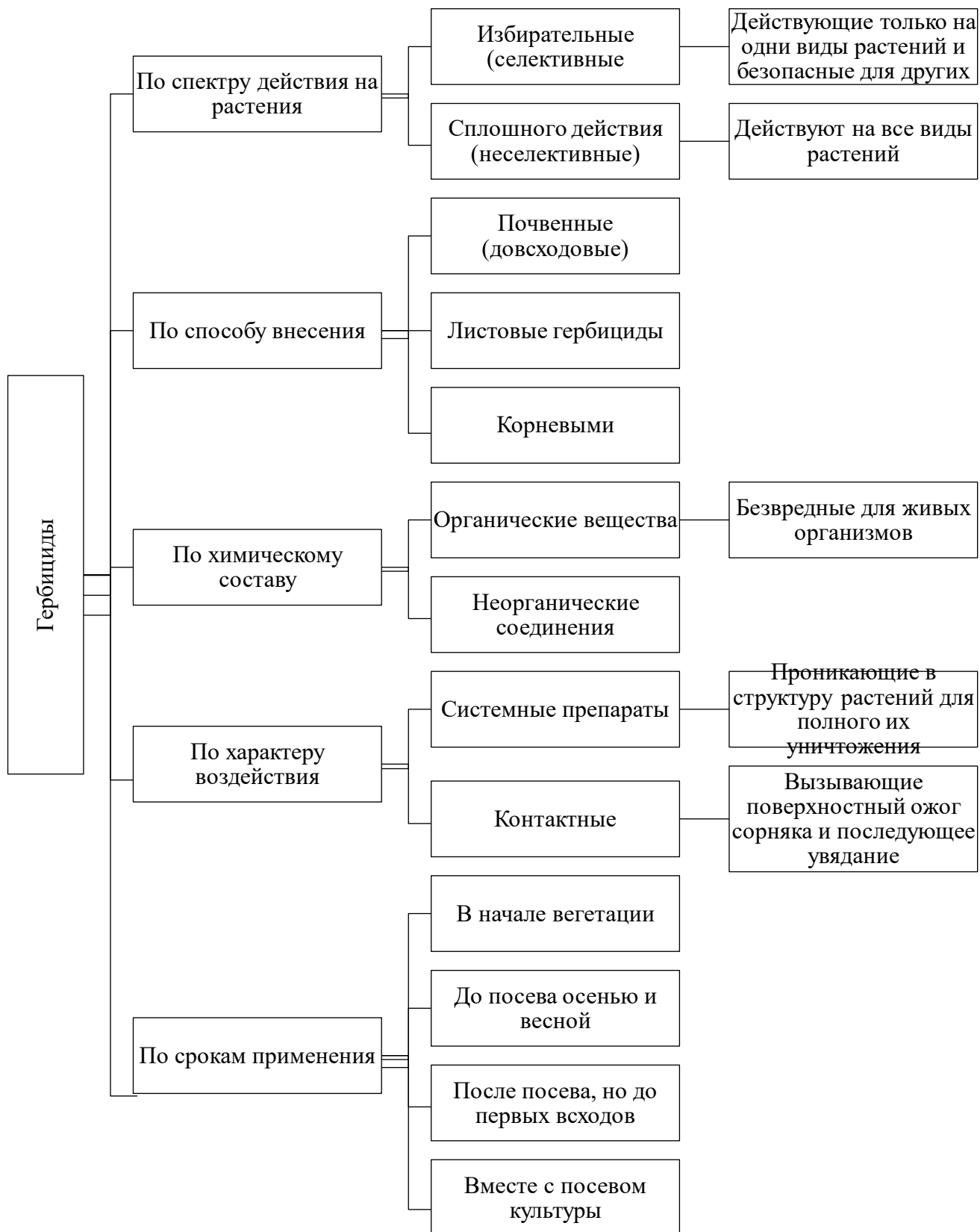


Рисунок 1 – Классификация гербицидов

Для уничтожения сорняков в достаточно влажных климатических условиях имеет смысл использовать гербициды почвенного действия, так как они применяются в самые ранние фазы развития культуры, имеют действие на многие двудольные и злаковые сорняки, их биологическая эффективность меньше зависит от температуры [8].

Послевсходовое применение гербицидов, в том числе и почвенное действие более перспективно. Обязательно должен проводиться учет видового состава сорняков на каждом конкретном поле, при этом с успехом может использоваться технологическая колея, гербициды могут применяться более длительный период – в течение осени или рано весной, возможны баковые смеси с гербицидами других групп, инсектицидами или фунгицидами. Это особенно важно при недостатке опрыскивателей в большинстве небольших сельскохозяйственных предприятий [9].

Наиболее изучено применение метрибузинсодержащих гербицидов – до всходов культуры они уничтожают сорняки в момент их прорастания, при послевсходовом применении – в течение 10–20 дней после обработки, предотвращают появление «второй волны» сорняков, поскольку обладают почвенным действием и подавляют их проростки в почве [10]. Их применение ранней весной обеспечило общую эффективность на 10% ниже, чем осенью, но действие на отдельные виды сорняков было равнозначным, сохраненный урожай при этом был равен, или отличался не значительно [11].

Перспективны гербициды, состоящие из нескольких действующих веществ, как почвенного, так и ростового действия.

Допустимые остатки гербицидов в продуктах питания и фураже строго нормируются и контролируются органами Госсанинспекции [12]. Неправильное применение гербицидов может загрязнить почву и водоемы, вызвать гибель растений и животных, нарушить биологические связи в биогеоценозах.

2.2 Фунгициды

Фунгициды (fungus – гриб) – это вещество, уничтожающее или сдерживающее развитие вредителей – грибков, являющихся источником заболеваний живых организмов [13].

Научные исследования по изучению эффективности фунгицидов показали, что они не всегда способны сдерживать распространенность и развитие болезни без ущерба для растений.

Классификация фунгицидов изображена на схеме 2 (см. рис. 2) [14].

На сегодняшний день все больше внимания уделяется экологизации систем защиты с применением микробиологических препаратов отечественного производства.

Большое значение в успешной защите растений имеет правильный выбор сроков обработки фунгицидами. Так, протравители семян обычно применяют при укладке материала на хранение в конце лета или осенью, а фунгициды для опрыскивания многолетних растений в период покоя применяются поздней осенью, зимой или ранней весной, так как в отношении вегетирующих растений они могут быть опасны [15]. Средства, предназначенные для обработки вегетирующих растений, рекомендовано реализовывать перед возможным заражением или вскоре после того, как оно произойдет, чтобы защитить растение и воспрепятствовать распространению инфекции внутри него [16].

Фунгициды сравнительно редко бывают очень токсичными для насекомых, животных и человека [17]. При использовании в высоких дозах, в неподходящих условиях или в ненадлежащие сроки некоторые фунгициды способны проявлять фитотоксичность.

Продолжительность сохранения фунгицидов на поверхности и внутри растений во многом зависит от метеорологических условий после опрыскивания, а также особенностей метаболизма препаратов. При соблюдении сроков посева, обработки и сбора урожая средства не проникают в растения в недопустимых

количествах и не наносят вреда человеку и животным, для питания которых используются плоды или зерно [18].

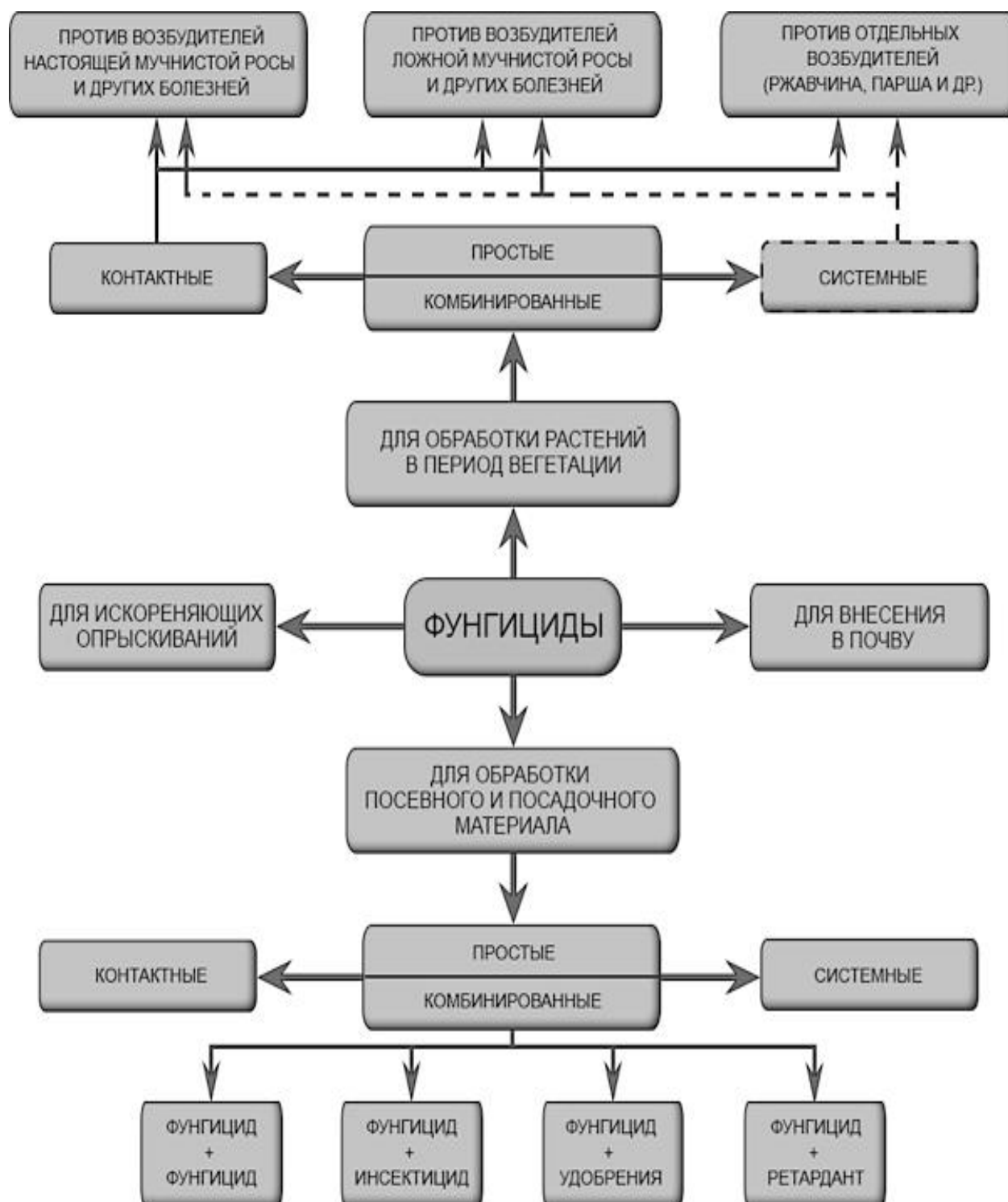


Рисунок 2 – Классификация фунгицидов [18]

2.3 Классификация сорных растений

Сложно представить посев сельскохозяйственных культур без сорной растительности. Классификация сорной растительности изображена на схеме 3 (см. рис. 3).

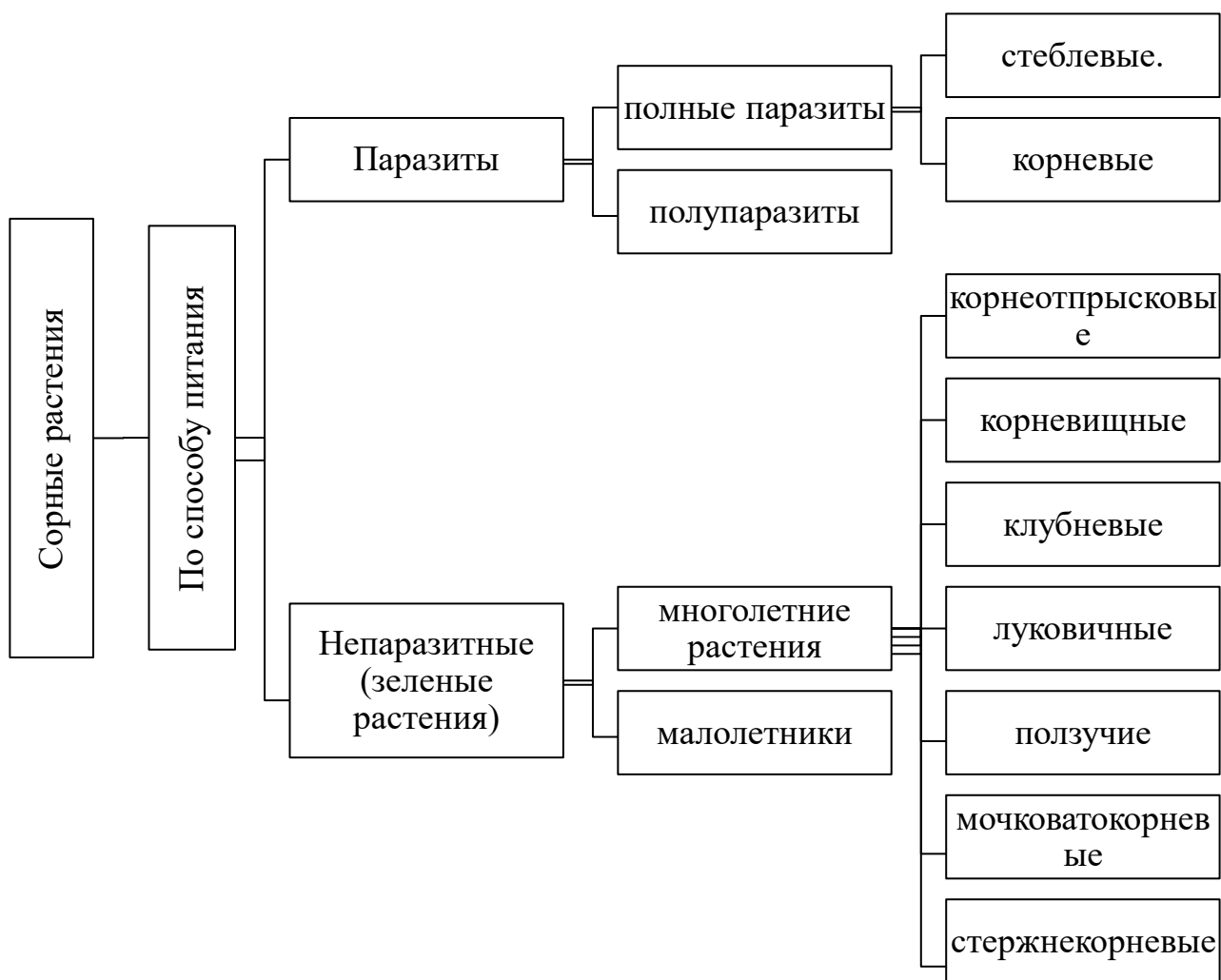


Рисунок 3 – Классификация сорной растительности по способу питания

Полу-паразиты сначала обладают способностью к фотосинтезу, затем питаются за счет растения-хозяина [19].

Наибольшая группа сорняков – непаразитные (зеленые растения). Это автотрофные растения, их листья содержат хлорофилл. Органические вещества они создают в процессе фотосинтеза. Сорные зеленые растения также делят на две группы в зависимости от продолжительности жизни и способа размножения [20]. Первая группа – малолетники, они размножаются семенами и плодоносящие только раз в жизни (эфемеры, яровые ранние, яровые поздние, зимующие, озимые, двулетники). Вторая – многолетние растения с различными способами размножения и плодоносящие в течение жизни неоднократно. В зависимости от органов вегетативного размножения их делят на 7 групп (см. рис. 3) [21].

Таблица 1. Классификация сорной растительности [22]

Название	Способ размножения	Период всхода	Температура прорастания семян	Особенности
Яровые.	Семена	Весна/лето	Разная	
Ранние яровые	Семена	Весна	2–4°C	Опасные для культур раннего срока сева
Поздние яровые	Семена	Конец весны/начало лета	Выше 10–14°C	Засоряют культуры позднего срока сева
Озимые сорняки	Семена	Конец лета/осенью	Пониженные температуры зимнего периода	При уборке засоряют урожай или осыпаются на поверхность почвы
Зимующие	Семена	Конец лета/осень/ранняя весна		Ведут себя как яровые сорняки

Название	Способ размножения	Период всхода	Температура прорастания семян	Особенности
Двулетние	Семена			Для полного цикла своего развития нужно 2 года
Многолетние	Семена			После созревания подземная часть отмирает и затем из остатков живых органов в почет развиваются новые растения
Мочковатокорневые	Семена			Мощно развитые корни
Стержнекорневые	Вегетативно			Распространены повсеместно
Ползучие	Стелющимися и укореняющимися побегами			Засоряют зерновые и технические культуры
Корневищные	Вегетативно подземными стеблями			Сорняки образуют дернину

2.4 Биологические особенности сорной растительности

Из-за биологических особенностей плодоношения и распространения сорнякам легче выжить, чем культурным растениям.

Большинство сорняков имеют мощную коревую систему, которая в своих тканях способна накапливать энергетический материал, такой как углеводы.

Которые в свою очередь обеспечивают способность к регенерации и плодовитость, которая зависит от условий произрастания [23].

Плодовитость сорняков выражается и обеспечивается высокой семенной продуктивностью. Например, одно культурное растение способно дать 1200 – 1500 семян (зерен), а сорное в 10 раз больше – до 15000 семян [24].

По данным ВНИИ льна, после уборки яровой пшеницы осыпалось семян сорняков 430 шт. на 1 м² [25]. У многолетних корнеотпрысковых и корневищных сорняков семенное возобновление имеет ограниченный характер.

Наибольшая опасность для культурных растений – вегетативное размножение сорняков. Отрезки корней бодяка полевого, осота, и др., которые образуются при обработке почвы, могут прижиться и дать начало новым растениям. Масса и длина корневых систем многолетних сорняков значительна. У бодяка полевого на 1 га на корнях может быть до 100 млн. почек, способных дать новые растения, а у осота полевого и пырея ползучего – до 180 и 250 млн. соответственно. Длина корневищ пырея ползучего в пересчете на 1 га достигает 600–700 км [26].

2.5 Основные особенности сорняков от культурных растений

Основные особенности, отличающие сорняки от культурных растений, описаны ниже.

Меньшая требовательность по сравнению с культурными растениями к условиям внешней среды [15].

Сорняки более засухоустойчивы, морозостойки. Семена сорняков условно делят на 4 группы в зависимости от минимальной температуры прорастания (см. рис. 4) [16]:

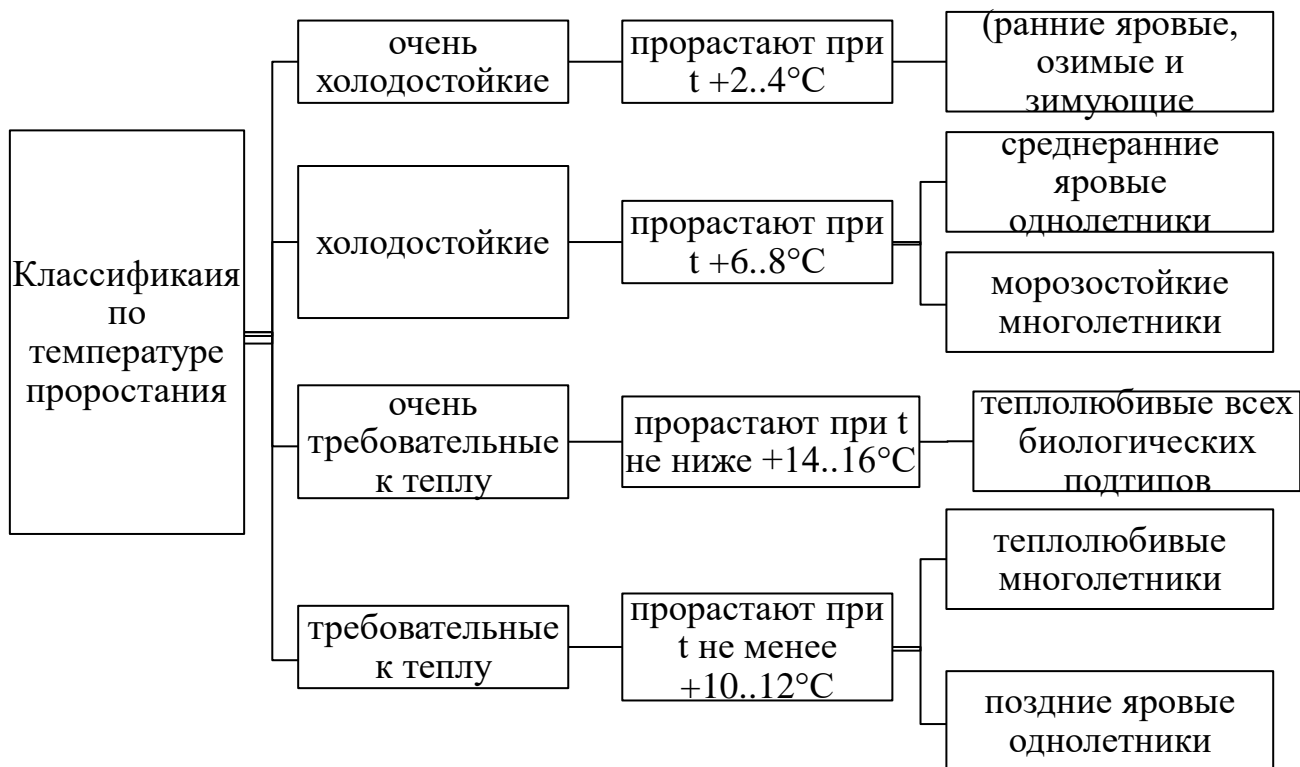


Рисунок 4 – Классификация сорной растительности по температуре пророста

1) Большая плодовитость.

На графике (см. рис.5) видно, что плодовитость одного растения щирицы в 500 раз больше чем плодовитость зернового хлеба [27].

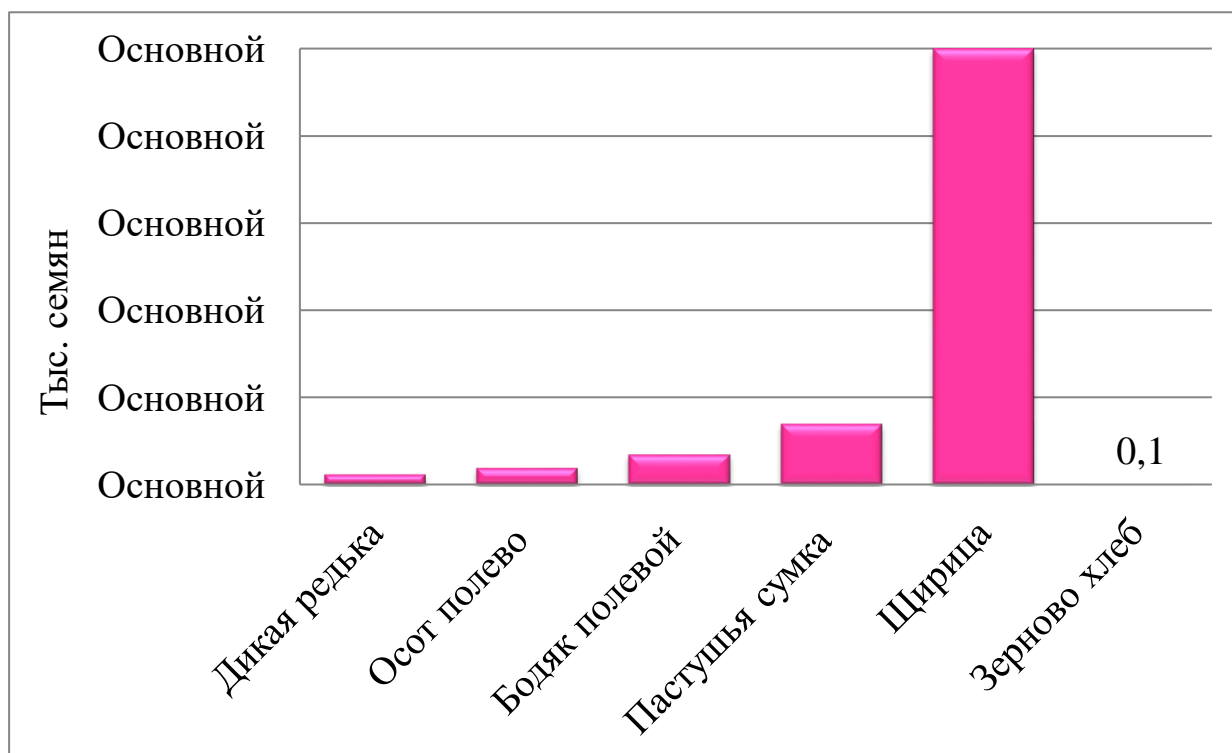


Рисунок 5 – График плодовитости сорной и культурной растительности.

2) Способность размножаться вегетативным путем.

Подземные органы многолетней сорной растительности дает много побегов с многочисленными спящими почками, которые способны развиться в новые побеги и в дальнейшем в многолетние растения [27].

4) Семена сорняков способны распространяться на большие расстояния благодаря специальным приспособлениям – летучки, прищепки, завитки [28].

5) Семена многих сорняков не теряют всхожести в течение длительного периода (см. рис .6) [25].

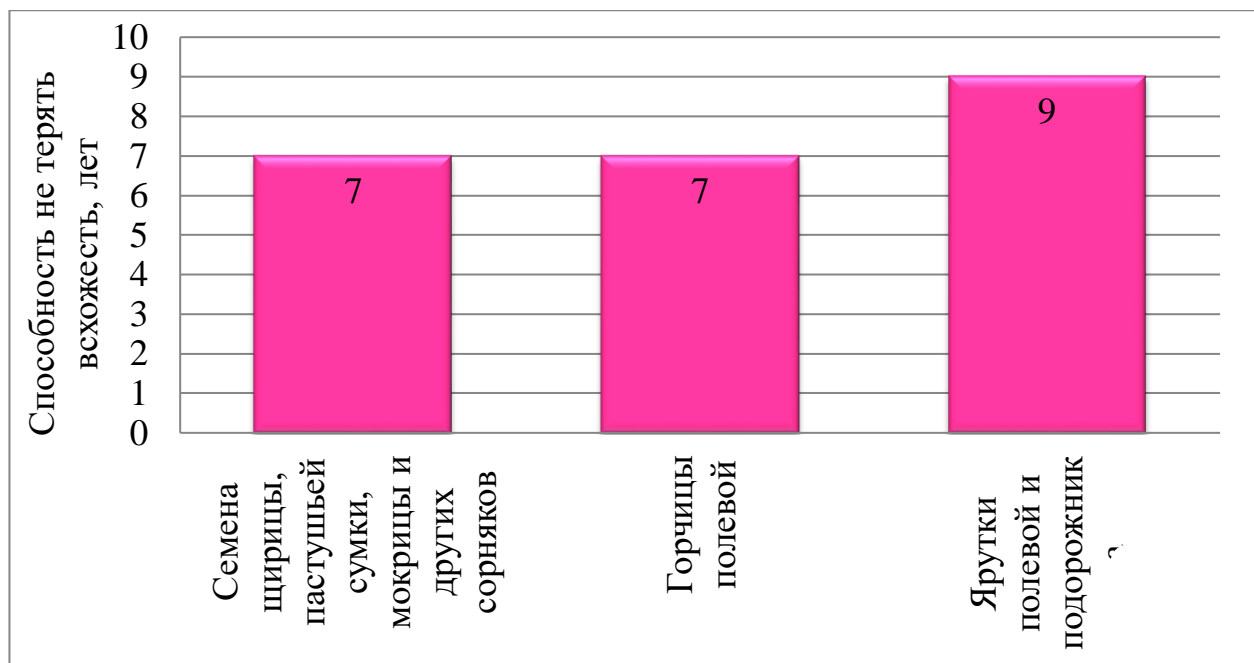


Рисунок 6 – Способность сорной растительности не терять всхожесть семян

6) Недружность всходов сорняков.

Поскольку прорастание сорной растительности происходит в разное время, то бороться с ней становится еще труднее.

Например, одно растение лебеды дает три вида семян. Одни прорастают в год созревания, вторые – будущей весной и третьи – лишь на третий год.

Недружность всходов сорняков объясняется гетерогенностью семян, обладающих разной жизнеспособностью, различной способностью семенной оболочки пропускать воду [22].

7) Семена некоторых видов сорняков не теряют всхожести, находясь в навозе, воде, силосе, при прохождении через кишечник животных и птиц.

Было установлено, что даже после почти двух лет пребывания в воде семена таких сорняков, как вьюнка полевого, куриного проса, пырея ползучего не потеряли возможности к всходу [23]

У некоторых видов сорной растительности в одно соцветии могут формироваться семена (плоды) с разными морфологическими и физиологическими признаками.

8) Разноплодие семян.

9) Способность созревать раньше культурных растений [28].

Чаще всего к началу уборки сельскохозяйственных культур основная масса сорняков уже успевает вырасти и осыпаться, что дает невозможность их удаления с полей совместно с урожаем [23].

10) Способность сорных растений к гетеротрофному паразитическому питанию.

2.6 Дистанционный мониторинг засоренности посевов

Развитие методов дистанционной диагностики состояния посевов требует разработки не только теоретических основ, но и новых методологических подходов к постановке полевых опытов, а также программно-аппаратного оснащения мониторинга почвенно-растительного комплекса на базе геоинформационных систем [29].

Дистанционный мониторинг не только даёт возможность улучшить сбор сельскохозяйственной статистики, повышая точность, однородность, объективность и частоту наблюдений, но и позволяет существенно усовершенствовать методы оперативного контроля над состоянием посевов и прогноза урожая. Поскольку данные дистанционного мониторинга являются неконтактной информацией, то для достоверной интерпретации полученных значений ДДЗ необходимо использовать данные контактных наземных наблюдений за состоянием посевов. Синхронно полученные данные о фазе развития культуры, сухой и сырой фитомассе, количестве и высоте растений, засоренности, биологической урожайности и т.д. служат критерием точности и нормировки идентификационных параметров ДДЗ [2, 3, 7].

При дистанционном мониторинге особенно широко используется спектральный анализ и измерение различий в отражении и абсорбции солнечного света растительной массой и почвой. Для работы со спектральной информацией используются «индексные» изображения, по которым строится изображение, соответствующее значению индекса в каждом пикселе, что и

позволяет выделить исследуемый объект или оценить его состояние. Многие исследователи указывают, что при анализе покровов растительных сообществ наиболее эффективна съемка в инфракрасной области спектра. Известно, что пространственное разрешение сверхвысокого типа в ближней ИК-зоне для современных систем LANDSAT (США), SPOT (Франция), Ресурс-О (Россия) не превышает – 20-30 м. Это затрудняет детальное дешифрирование типов ландшафтной растительности и выделение их участков с засоренными посевами.

Проведение полевых опытов по изучению эффективности оценки посевов яровой пшеницы на основе оптических характеристик обусловлено объективной связью изменения оптических показателей посевов и их продуктивностью [30].

При выделении неоднородностей по оптическим характеристикам в полях больших площадей возникает проблема объяснения биологических (агро) причин различий в величине показателей ДДЗ. Закладка тестовых площадок и анализ оптических характеристик растений позволяют более корректно подходить к дешифрированию космических и аэрофотоснимков и их использованию в управлении продукционным процессом на больших территориях [31]

В настоящее время широко используется метод оценки минерального питания растений на основе расчёта вегетационных индексов (NDVI, NVI и др.). Вместе с тем применение этого метода без учета фитосанитарного состояния посевов приведёт к неправильной интерпретации данных дистанционного зондирования и как следствие к принятию ошибочных управленческих решений [7,31].

2.7 Карта-задание на основе фитосанитарного состояния полей

Благодаря данным дистанционного мониторинга мы можем использовать средства обработки растений дифференцированно. Необходимо при обработке данных дистанционного зондирования учитывать местоположение сорных

растений, то есть брать не весь массив, а брать точно, оценивая засоренность, и как следствие точно бороться с ними.

Разработка карт-заданий для дифференцированного посева требует специального программного обеспечения. Основопологающей при составлении таких карт, в частности, для пшеницы является информация:

- о площадях, отличающихся урожайностью и уровнем целевой урожайности, обычно составленных в форме карт. Она является исходной для вычисления нормы высева;

- об урожайности отдельных колосьев и индексе колошения;
- о полевой всхожести и, следовательно, потребности в посевном материале. Полевая всхожесть, кроме как от качества посевного материала (всхожесть, МТС, размер семян и сортировка), зависит прежде всего от почвенных условий до и после посева, в том числе температуры почвы. Она может колебаться в диапазоне от 50–100 %. Для объективной оценки этого показателя требуются опыт хозяйствования в условиях данной местности и учет особенностей данного поля:

- потерь растений за период от первых всходов до начала вегетации весной;

- параметров качества посевного материала, например, всхожести и др., которые, как правило, можно узнать из сертификатов качества семян [29].

Эти данные представлены в виде специальных карт посева. С помощью этих карт у нас появляется возможность использовать ССЗ дифференцировано, уменьшая антропогенную нагрузку на поля.

Заключение

В результате проведения исследования достигнута поставленная цель, которая звучит, как разработка элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур с использованием ГИС и ДДЗ для снижения антропогенной нагрузки выполнена.

В работе были выполнены 4 задачи.

- Изучен видовой состав сорной растительности в посевах зерновых (на примере полевых опытов с яровой пшеницей)
- Проведен анализ данных дистанционного мониторинга посевов яровой пшеницы, с целью выявления показателей, определяющих наличие сорной растительности;
- Проведен анализ изменения показателей (индексов) по данным ДДЗ в основные фазы развития яровой пшеницы
- Разработаны предложения по изменению методологии создания карт-заданий по дифференцированному внесению хим. средств. Защиты растений.
- Рассчитана экономическую эффективность использования разработанного метода применения гербицидов.

Список использованной литературы

1. Якушев В.В. Информационно-технологические основы прецизионного производства растениеводческой продукции / В.В. Якушев // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора с.-х. наук. СПб.: АФИ, 2013. 50 с.
2. Материалы II Всероссийской научной конференции с международным участием «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве». Санкт-Петербург, 26–28 сентября 2018 г. – СПб.: ФГБНУ АФИ, 2018. – 390 с.
3. Борин А. А. Гербициды в посевах ячменя // Защита растений и карантин. 2005. № 3. С. 7-10.
4. Гербициды. СибзаводАгро. [В Интернете] [Цитировано: 29 май 2022 г.] <https://sibzavodagro.ru/>.
5. Авдонин Н. С. Свойства почвы и урожай. М. : «Колос», 1965. 271 с.
6. Агоронян А. Г., Арутюнян Ж. А., Асланян С. М. Эффективность гербицидов в севообороте // Защита растений и карантин. 2005. № 5. С. 29.
7. Айнабек К. С. Теория общественного хозяйствования. Караганда : КУЭК, 2014. 608 с.
8. Барановский И. Н. Влияние сорняков на плодородие почвы и урожай овса // Защита растений и карантин. 2005. № 11. С. 23-25.
9. Баталова Г. А., Зенина Н. Н. Сортовые ресурсы зернофуражных культур Нечерноземной зоны России (каталог). Екатеринбург : ГНУ Уральский НИИСХ, 2010. 175 с.
10. Вальков В. Ф., Денисова Т. В. и др. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты. 2-е изд. Ростов н/Д : ЮФУ, 2010. 416 с.
11. Глухих М. А. Практикум по технологии производства продукции растениеводства. М., Берлин : Директ-Медиа, 2015. 472 с.

12. Гречканова С. Ф., Марченко К. И. Агроклиматические ресурсы Ивановской области. Л.: «Гидрометеиздат», 1972. 107 с.
13. Гудкова Г. Н. Овес как лекарственное растение // Вестник. 2006. № 2. С. 210.
14. Гулидов А. М. О последствии гербицидов // Защита растений и карантин. 2003. № 6. С. 25-26.
15. Гулидова В. А. Совершенствуем технологию возделывания овса // Земледелие. 2003. № 4. С. 19.
16. Долженко В. И. На пути совершенствования ассортимента средств защиты растений // Защита растений и карантин. 2003. № 4. С. 28.
17. Захаренко В. А. Гербициды. М. : «Колос», 1997. 240 с.
18. Золотников А. К. Альбит повышает эффективность применения гербицидов // Защита растений и карантин. 2006. № 1. С. 34-35.
19. Кирюшин В. И. Экологические основы земледелия. М. : «Колос», 1996. 367 с.
20. Куликова Н. А., Лебедева Г. Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения. М. : Либроком, 2010. 152 с.
21. Кундиус В. А. Экономика агропромышленного комплекса. М. : «Кнорус», 2014. 267 с.
22. Минаков И. А. Экономика сельского хозяйства. М. : «ИНФРА-М», 2013. 248 с.
23. Минсельхоз России. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М., 2015.
24. Митрофанов А. С. Овёс. М. : «Колос», 1967. 278 с.
25. Ненайденко Г. Н., Митин И. А. Удобрение, плодородие, урожайность. Иваново, 2003. 224 с.
26. Посыпанов Г. С. Растениеводство. М. : «Колос», 2006. 472 с.

27. Потапенко М. В., Мастеров А. С. и др. Морфологические и биологические особенности сорняков и меры борьбы с ними // Земледелие. 2015. № 1. С. 37.
28. Спиридонов Ю. Я., Протасов Л. Д. Изменение видового состава сорняков // Защита и карантин растений. 2004. № 6. С. 18-19.
29. Сурова Г. А. Эффективность применения гербицидов в посевах яровых зерновых // Вопросы стабилизации плодородия и урожайности в Верхневолжье : сборник трудов. М., 2006. С. 167-172
30. Сурова Г. А. Эффективность применения гербицидов в посевах озимой пшеницы // Вопросы стабилизации плодородия и урожайности в Верхневолжье : сборник трудов. М., 2013. С. 92.
31. Терещук В. С. Критический период вредоносности сорняков // Защита растений и карантин. 2003. № 4. С. 30.
32. Фирсов П. П. Технология растениеводства. М. : «Колос», 2006. 472 с.
33. Фисюнов А. В. Сорные растения. М. : «Колос», 1984. 320 с.
34. Google-снимок. Электронный ресурс: [<https://www.google.ru/maps/>].
35. Черников В. А., Алексахин Р. И. и др. Агроэкология. М. : «Колос», 2000. 536 с.
36. Архипов М.В., Данилова Т.А., Сеницына С.М. Состояние и перспективы развития зерновой отрасли в Северо-Западном федеральном округе // Научное обеспечение развития производства зерна на северо-западе России. – СПб., 2014. – С. 4–15.
37. Шпанев А.М. Комплексная вредоносность вредных организмов на яровой пшенице в Ленинградской области // Вестник защиты растений. – 2015. – №3. – С. 41–45.
38. Шпанев А.М., Лаптиев А.Б., Гончаров Н.Р., Воропаев В.В. Защита яровой пшеницы на северо-западе Нечерноземья // Защита и карантин растений. – 2015. – №6. – С. 14–17.
39. Танский В.И., Левитин М.М., Павлюшин В.А., Буров В.Н., Гончаров Н.Р., Зубков А.Ф., Ишкова Т.И., Кондратенко В.И., Сухорученко Г.И.

Методические рекомендации по совершенствованию интегрированной защиты зерновых культур от вредных организмов. – СПб., 2000. – 56 с.

40. Сычев В.Г., Алметов Н.С., Козырев А.С. Эффективность средств химизации на посевах яровой пшеницы // Плодородие. – 2007. – №5(38). – С. 19–20.

41. Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Фисечко Р.Н. Влияние азотного удобрения и предшественника на фитосанитарное состояние посева и урожайность яровой пшеницы в лесостепи Приобья // Агрохимия. – 2010. – №3. – С. 52–57.

42. Москвитин А.С. Влияние азотных удобрений и гербицидов на засоренность посевов и урожайность яровой пшеницы // Защита и карантин растений. – 2010. – №5. – С. 28–29.

43. Шпанев А.М. Влияние азотных удобрений на фитосанитарное состояние и потери урожая яровой пшеницы от вредных организмов в Северо-Западном регионе // Агрохимия. – 2016. – №9. – С. 62–69.

44. Батяхина Н.А. Факторы стабилизации продуктивности агроценоза яровой пшеницы // Аграрная Россия. – 2020. – №7. – С. 3–7.

45. Протасова Л.Д., Ларина Г.Е. Конкуренциоспособность сорных растений в агроценозе // Агрохимия. – 2009. – №6. – С. 67–85.

46. Сабитов М.М., Науметов Р.В., Шарипова Р.Б. Влияние комплексного применения средств химизации на основные заболевания и засоренность яровой пшеницы // Пермский аграрный вестник. – 2015. – №3(11). – С. 25–32.

47. Якушев В.В. Прецизионные эксперименты в информационном обеспечении систем земледелия / В.В. Якушев, А.В. Конев, Д.А. Матвеев, О.И. Якушева // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 3. С. 11–13.

48. Диссертация Лекомцев П.В. «Научно – методическое обеспечение управления продукционным процессом яровой пшеницы в системе точного земледелия»;

49. Ананьев Ю.С. Геоинформационные системы. Учеб. пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2003 - 70 с.

50. Михайлович Мыларщиков Антон Научная статья на тему 'Систематизация методов оценки антропогенного воздействия на окружающую среду' [Журнал] // Интернет-журнал "НАУКОВЕДЕНИЕ" / ред. К.А. Кирсанов. - Тюмень : [б.н.], 2012 г.. - 3. - стр. 18.

51. Кочуров Б. И. Территориальный баланс состояния природы и хозяйства (на примере Усть-Коксинского района Горного Алтая) / Б. И. Кочуров, Ю. Г. Иванов // География и природные ресурсы. – 1991. – № 3. – С. 4-17.

52. Совершенствование подходов к оценке эрозионной опасности агроландшафтов с использованием ГИС-технологий. Статья «23 (194) в журнале «Науки о Земле», выпуск 29, 2014 г. Электронный ресурс: file:///_./sovershenstvovanie-podhodov-k-otsenkeerozionnoy-opasnosti-agrolandshaftov-s-ispolzovaniem-gis-tehnologiy.pdf.

53. Якушев В.П. Точное земледелие: состояние исследований и задачи агрофизики / В.П. Якушев, Р.А. Полуэктов и др. // В кн.: «Агрофизические и экологические проблемы сельского хозяйства в 21 веке». СПб.: SPBISTRO, 2002. Т. 3. С. 26–73.

54. Польшакова, Н. В. Применение геоинформационных систем в мониторинге земель сельскохозяйственного назначения в Орловской области / Н. В. Польшакова, Я. И. Житарь. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 7 (87). — С. 64-66.

55. Андреев С.М. Красовский Г.Я., Методы оценки плодородия почв по материалам космических съемок [Журнал] = 3 // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. География. - Одесса: Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, 31 03 2011 г.. - Т. 24(63). - стр. 16-23.

56. Рунов Б., Пильникова Н. Основы технологий точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 120 с.

57. Отчет по обследованию почв Меньковской опытной станции Агрофизического института. Центральный музей почвоведения им. Докучаева, 1976 –102 с.

58. Якушев В.П., Канаш Е.В., Конев А.А., Ковтюх С.Н., Лекомцев П.В., Матвеевко Д.А., Петрушин А.Ф., Якушев В.В., Буре В.М., Осипов Ю. А., Русаков Д.В. Теоретические и методические основы выделения однородных технологических зон для дифференцированного применения средств химизации по оптическим характеристикам посева (практическое пособие). – СПб.: АФИ, 2010. – 60 с.].

59. Якушева О.И. Влияние неоднородности почвенного покрова на урожайность яровой пшеницы // Изв. С.-Петерб. гос. аграр. ун-та, 2011;–N 24. – С. 67-71.

60. Кирюшин В.И., Иванов А.Л. и др. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: Метод. Руководство -. М.: ФГНУ и Росифорагротех, 2005. – 784 с.

61. Моисеев К. Г. Крупномасштабная почвенная карта Меньковского филиала Агрофизического института Россельхозакадемии / К.Г. Моисеев, Е.Г. Зинчук // Агрофизика. 2014. № 3(15).

62. Веденин О.Л., Ксенофонтова В.А. Изменение свойств почвы Ленинградской области при интенсификации земледелия., Бюл. Почв. Ин-та им. Докучаева, 1986; Т. 38. – С. 3-6.

63. Босавина И. Д. Оценка антропогенной нагрузки при сельскохозяйственном производстве на основе эколого-хозяйственного баланса [Журнал] // Актуальные проблемы экологии и природопользования / ред. Т.Н. Ледащева. - Москва : Российский университет дружбы народов, 22-24 апрель 2021 г.. - Т. 2. - стр. 433-438.

64. Статья в журнале «Биологические науки». К.Н. Кулик, академик РАН, Н.А. Ткаченко, аспирант, А.В. Кошелев, к.с.-х.н., ФГБНУ ВНИАЛМИ. Использование ГИС-технологий при оценке антропогенной нагрузки на агроландшафты волгоградского Заволжья.

65. Дж. Д. Вестервелт, Х.А. Питс. ГИС на локальном сельскохозяйственном участке. Брошюра для работы в сельскохозяйственной отрасли

66. Статья в журнале «Биологические науки». К.Н. Кулик, академик РАН, Н.А. Ткаченко, аспирант, А.В. Кошелев, к.с.-х.н., ФГБНУ ВНИАЛМИ. Использование ГИС-технологий при оценке антропогенной нагрузки на агроландшафты волгоградского Заволжья.