В период научного руководства полевым опытом А.Г.Дояренко результаты научных исследований по влиянию удобрений бессменных культур и севооборота на урожай, засоренность посевов, агрофизические свойства почвы были опубликованы в ежегодных изданиях «Указатель посевов и опытов, заложенных на опытном поле» (данные материалы находятся в ЦНБ РГАУ-МСХА). В 1944 году профессором В.Е.Егоровым был оформлен «Журнал для записи урожайных данных по длительному опыту», в который внесены данные с 1912 г и продолжается запись по настоящее время.

Длительный полевой опыт позволяет оценивать и прогнозировать влияние метеорологических условий на продуктивность сельскохозяйственных культур и эффективность факторов интенсификации земледелия.

Математическая обработка урожайных данных за 100-летний период проведения опыта выявила наличие корреляционных связей продуктивности полевых культур с количеством осадков по месяцам вегетационного периода. Теснота этой связи по культурам различна. Это свидетельствует о неодинаковой эффективности факторов интенсификации земледелия в один и тот же год при возделывании сельскохозяйственных культур. Наличие длительного прогноза погоды позволит корректировать технологии производства различной растениеводческой продукции.

5 декабря – «Всемирный день почв»

УДК 631.471

ГЕОСТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПО ФАКТОРАМ, ЛИМИТИРУЮЩИМ УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В.В.Лапа, Д.В.Матыченков
РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,
Минск, Республика Беларусь
E-mail: odm@brissa.by

Разработка интеллектуальных систем помощи при принятии решений в сельскохозяйственном производстве в современных условиях является одним из самых востребованных направлений в агропочвоведении. Данное направление получает в настоящий момент статус приоритетного во многих странах как ближнего, так и дальнего зарубежья. В РУП «Проектный институт Белгипрозем» и его областных подразделениях создается информационный слой «Почвы» в Земельной Информационной Системе (ЗИС), который содержит крупномасштабные цифровые почвенные карты отдельных землепользователей и на данный момент является отраслевым стандартом по почвенному картографированию в Беларуси (рис.1). Цифровая почвенная карта осталась понятной для специалистов. Сохранила преемственность цветовой гаммы и обозначений с классической крупномасштабной бумажной почвенной картой.

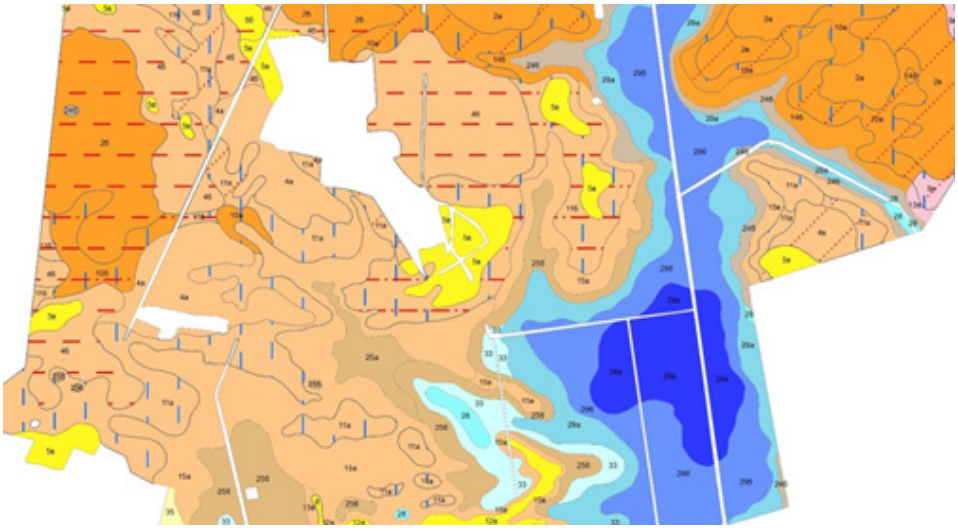


Рисунок 1. – Почвенная карта ОАО «Большевик-агро» Солигорского района Минской области (фрагмент, масштаб 1:10 000)

Важнейшими источниками информации по агрохимическим свойствам почвенного покрова являются картосхемы агрохимического обследования почв по элементарным рабочим участкам. В Беларуси, начиная с 1967 года, была принята программа интенсивной химизации, в рамках которой была создана Государственная агрохимическая служба, на которую были возложены задачи по крупномасштабному агрохимическому обследованию почв с периодичностью один раз в 4-5 лет. В настоящее время в Республике Беларусь проведено 4 тура почвенного и 13 туров агрохимического обследования почв сельскохозяйственных земель (рис. 2).

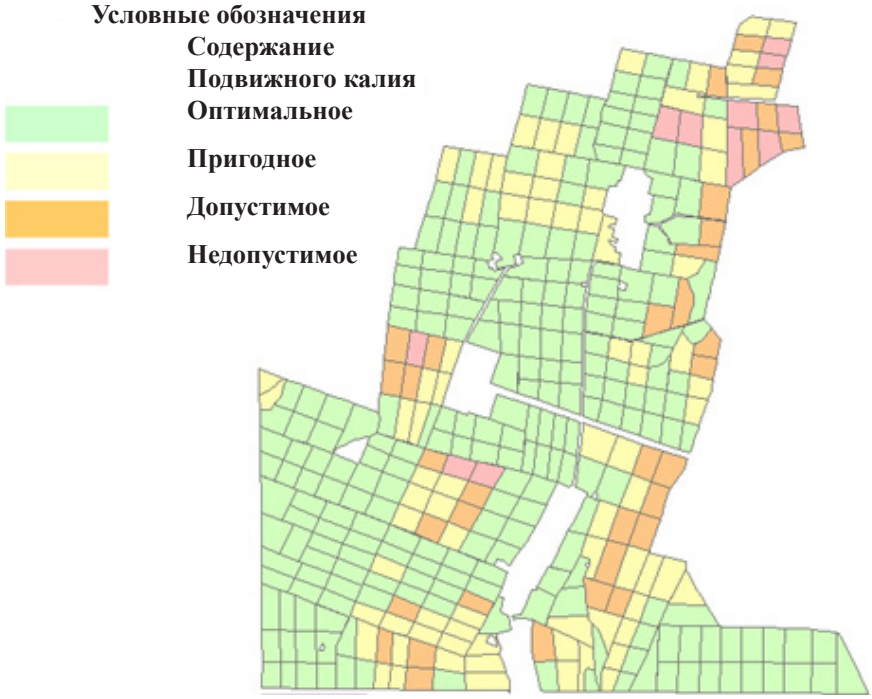


Рисунок 2. – Содержание подвижного калия по элементарным участкам ОАО «Большевик-агро» Солигорского района Минской области (фрагмент)

В то же время, в республике накоплен огромный объем описательной, аналитической, статистической, картографической информации, разносторонне характеризующей компонентный состав почвенного покрова как республики в целом, так и различных природно-хозяйственных регионов. Для унификации, инвентаризации этих ценных данных в целях стабильного информационного обеспечения научно-исследовательских работ, рационального природопользования остро назрела необходимость перевода накопленного массива данных о почвах в цифровой формат. Причем информации не только описательного характера, касающиеся почвенного покрова, но и данных о пригодности почвенного покрова для возделывания сельскохозяйственных культур, данных о рекомендованных севооборотах, рекомендуемых для внесения минеральных и органических удобрений. Соединить в себе базу данных количественных характеристик почвенного почв республики и базу знаний (накопленного опыта по оптимизации условий возделывания требуемых сельскохозяйственных культур) позволяют экспертные геоинформационные системы.

Основой созданной информационной системы служит банк данных, который является числовым отражением как качественных характеристик, так и количественных показателей свойств компонентов почвенного покрова данного хозяйства. Банк данных состоит из баз компонентов: Базы данных и Базы знаний (рис. 3). База данных это и цифровая почвенная карта, информация о агрохимическом состоянии, экологическом и мелиоративном состоянии. Сюда входят существующие севообороты, дозы внесения органических и минеральных удобрений, специализация хозяйства. База знаний – совокупность знаний, относящихся к некоторой предметной области и формально представленных таким образом, чтобы на их основе можно было осуществлять рассуждения. Это особого рода база данных, разработанная для оперирования знаниями (метаданными).

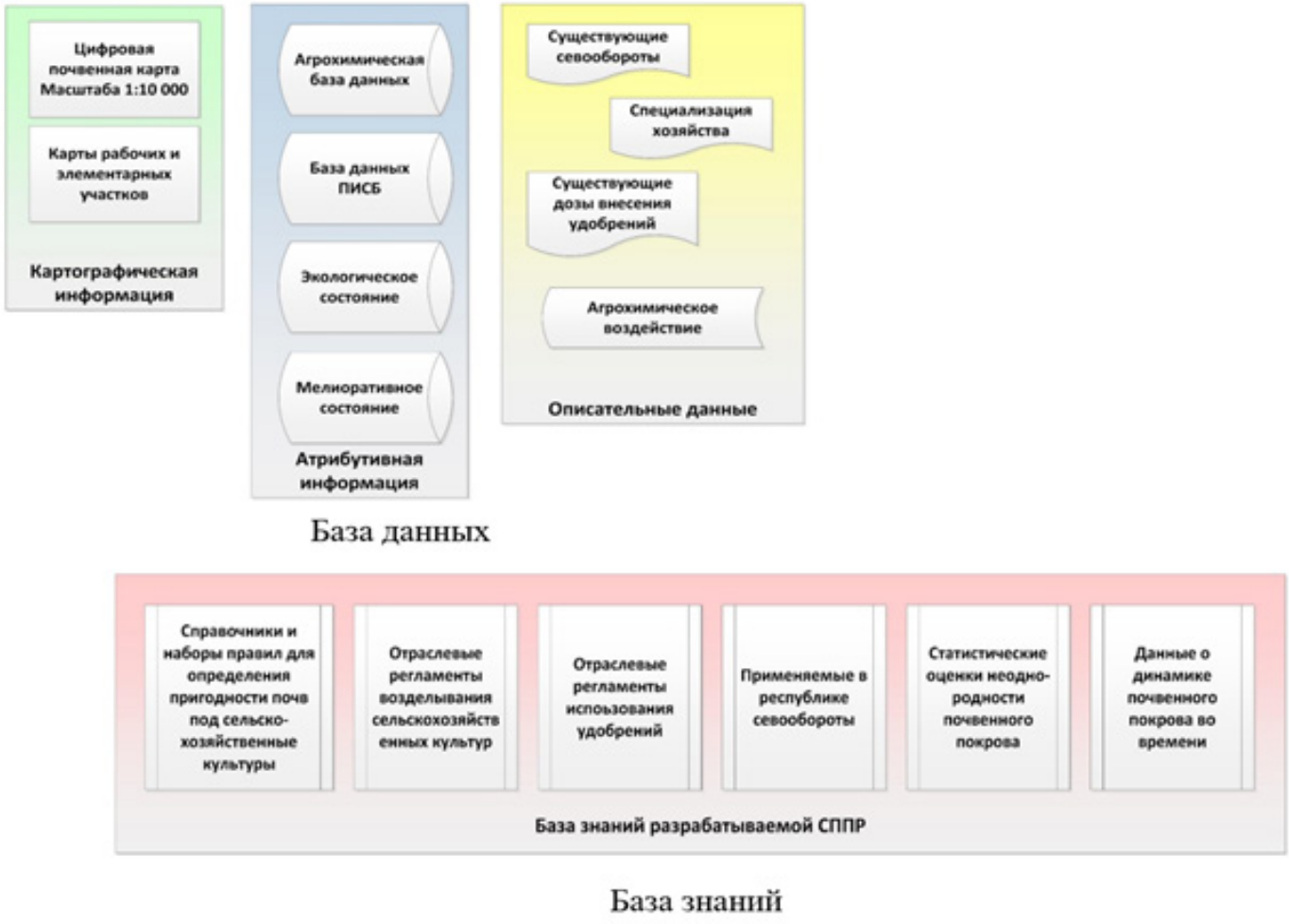


Рисунок 2. – База данных и база знаний интеллектуальной информационной системы сельскохозяйственного производства

Разработанные базы данных и базы знаний для информационной системы находятся в определенной взаимосвязи между собой. Поэтапное определение наиболее выгодного сельскохозяйственного производства на каждом элементарном участке, а затем и во всем сельскохозяйственном предприятии позволяет осуществить научно-методическое руководство над планированием и прогнозированием дальнейшей специализации растениеводства. Функциональная схема работы информационной системы учета динамики и прогноза свойств отдельных компонентов почвенного покрова представлена на рисунке.

Важнейшими фактором, определяющим и, в конечном счете, плодородие почв, является ее классификационная принадлежность, определяемая рядом соподчиненных свойств: типовая принадлежность почв, гранулометрический состав, подстилание. Еще одним фактором, влияющим на достижение максимальной урожайности сельскохозяйственных культур, является режим увлажнения почв. Как дефицит влаги, так и ее переизбыток часто являются лимитирующими факторами повышения урожайности и должны учитываться при формировании системы удобрений как севооборота, так и отдельных культур.

Для учета максимально возможного количества факторов, лимитирующих производительность возделываемых культур, в основу базы данных положена информация об агропроизводственных группировках почв. Кроме общей агропроизводственной группировки почв республики по пригодности под сельскохозяйственные культуры, большое значение в современных условиях имеют частные (специализированные) группировки для каждой из культур с учетом их индивидуальных требований к почвенным условиям. В этих группировках для конкретной сельскохозяйственной культуры в каждой степени пригодности приводится перечень классификационных единиц почв с учетом типовой принадлежности, степени и режима увлажнения, гранулометрического состава почвообразующих и подстилающих пород, агроэкологического состояния, которые по своим показателям и производительной способности соответствуют той или иной группе пригодности

почв. Такие группировки почв разработаны под наиболее требовательные к почвенным условиям культуры, возделываемые в республике: озимую пшеницу, озимое тритикале, яровую пшеницу, ячмень, лен, сахарную свеклу, озимый рапс.

Повышенная кислотность также является лимитирующим фактором получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Большинство почв луговых земель Беларуси имеет от природы кислую реакцию почвенной среды, что часто является лимитирующим фактором в повышении продуктивности сенокосов и пастбищ. Хотя травянистая растительность способствует развитию дернового почвообразовательного процесса, ведущего к накоплению щелочноземельных металлов в корнеобитаемом слое, но процессы выщелачивания преобладают над процессами аккумуляции. Единственным коренным приемом оптимизации кислотности почв является их известкование.

Получение планируемых урожаев сельскохозяйственных культур в значительной мере обусловливается уровнем обеспеченности растений элементами питания. В этой связи первостепенной задачей системы удобрения является оптимизация питания растений при минимальных затратах удобрений. Высокая их эффективность может быть достигнута лишь в том случае, когда внесение элементов питания, лимитирующих рост и развитие растений, полностью компенсирует дефицит питательных веществ в почве и соответствует нуждаемости в них растений. Практика показывает, что прибавка урожая от улучшения одного фактора, обычно лимитирующего урожаи, бывает большей, если одновременно улучшается и другой лимитирующий фактор. Так, максимальной прибавки от азота можно добиться только, если культуры получают фосфор, калий и воду в достаточных количествах.

Почвы республики характеризуются большой пестротой по уровню плодородия. Большие различия между полями наблюдаются по типам почв, гранулометрическому составу, степени увлажнения, эродированности, закамененности, агрохимическим показателям, удаленности от производственных центров и другим показателям. Поэтому при планировании системы использования земли, оптимизации структуры посевных площадей и системы севооборотов следует учитывать особенности каждого рабочего участка (поля). Используя данные частных агропроизводственных группировок, регламенты возделывания сельскохозяйственных культур, различные рекомендации, нормативы и справочники, были созданы базы данных лимитирующих урожай факторов для следующих культур: озимая пшеница, озимое тритикале, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, лен, сахарная свекла, озимый рапс, люцерна, кукуруза на зерно, кукуруза на зеленую массу, картофель, лен долгунец.

Исходя из классификационной принадлежности почвенного покрова, а также факторов, лимитирующих урожайность возделываемой культуры, производится присвоение почвенному контуру цифровой почвенной карты то или иное значение самого фактора. То есть лимитирующим может быть не только один, но и целая совокупность факторов. Здесь следует различать те факторы, которые могут быть изменены в процессе окультуривания почвенного покрова, и те, которые являются перманентными, то есть постоянными и не могут быть изменены в обозримом будущем. К таким относится типовая принадлежность почв, характер и гранулометрический состав как подстилающих пород, так и самих почв.

Следующей является задача установление влияния факторов для данной сельскохозяйственной культуры для всего элементарного участка. Используя геостатистический метод объединения контуров на основе идентичности заданного параметра, в конечном итоге присваивается значение лимитирующего фактора в целом конкретного рабочего участка. Для этого используются методы статистической обработки нечисловых данных. Таким образом производится установление лимитирующих урожай факторов для каждого элементарного участка по каждой культуре. Для функционирования интеллектуальной информационной системы сельскохозяйственного производства для целей планирования оптимального использования земельных ресурсов необходима оценка факторов, лимитирующих урожайность сельскохозяйственных культур. Оценка проводится посредством построения картограмм данных факторов, созданных на основе геостатистического анализа почвенного покрова на уровне сельскохозяйственного предприятия. Это позволяет выявить элементарные участки с недопустимым, допустимым, пригодным и оптимальным значениям кислотности почвенного покрова,

содержанием гумуса, содержанием подвижных форм фосфора и калия отдельно для каждой из следующих культур: озимой пшеницы, озимого тритикале, яровой пшеницы, ячменя, льна, сахарной свеклы, озимого рапса. Данные о классификационной принадлежности почвенного покрова позволят установить степень его пригодности для данных культур не только для почвенных контуров, но и для каждого элементарного участка.

Созданы также картограммы комплексной агрохимической характеристики для возделывания сельскохозяйственных культур по элементарным участкам, картограммы комплексного показателя плодородия для возделывания вышеперечисленных культур по элементарным участкам с учетом классификационной принадлежности почвенного покрова. Эта работа проделана по каждому объекту исследования для всех элементарных участков (рис. 4).

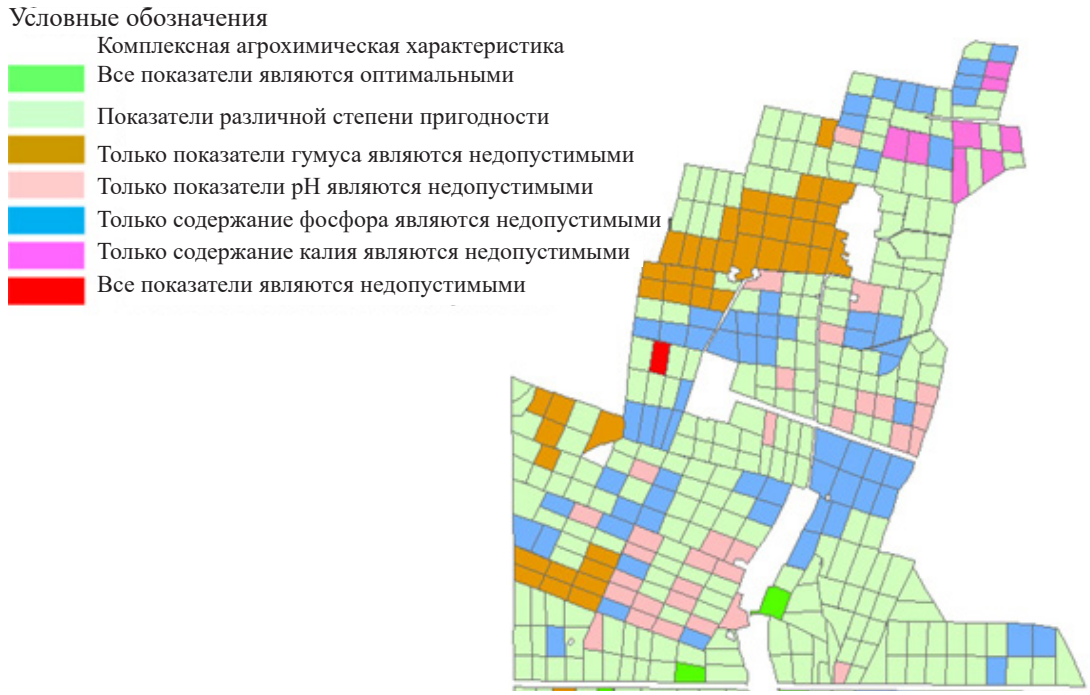


Рисунок 4. – Комплексная агрохимическая характеристика для возделывания озимой пшеницы по элементарным участкам ОАО «Большевик-агро» Солигорского района Минской области

Данное исследование позволило провести оценку факторов, лимитирующих производительную способность почвенного покрова, на основе геостатистического анализа и создать картограммы оптимальных показателей плодородия почв (классификационная принадлежность, кислотность, содержание гумуса, содержание подвижных форм фосфора и калия) для озимой пшеницы, озимого тритикале, яровой пшеницы, ячменя, льна, сахарной свеклы, озимого рапса по каждому объекту исследования для всех элементарных участков. Таким образом, выявлены лимитирующие урожай факторы сельскохозяйственных культур (озимая пшеница, озимое тритикале, озимая рожь, яровая пшеница, ячмень, лен, сахарная свекла, озимый рапс) и созданы их базы данных для создаваемой интеллектуальной информационной системы сельскохозяйственного производства. На их основе проведено установление лимитирующих урожай факторов для каждого элементарного участка по каждой культуре. Базы данных созданы на основе частных агропрозводственных группировок почв, регламентов возделывания сельскохозяйственных культур, рекомендаций по их возделыванию, различных нормативов и справочников.

Используя полученные данные геостатистической оценки факторов, лимитирующих производительную способность почв, полученные выше, становится возможным проведение многоцелевой оценки пригодности почвенного покрова элементарного участка для возделывания конкретных сельскохозяйственных культур. Данная оценка проводится статистическими и расчетными методами, используя данные о пригодности почвенного покрова для возделывания сельскохозяйственных культур и агрохимического обследования элементарных участков. В результате получатся балл пригодности конкретного элементарного участка для возделывания конкретной культуры (рис. 5).

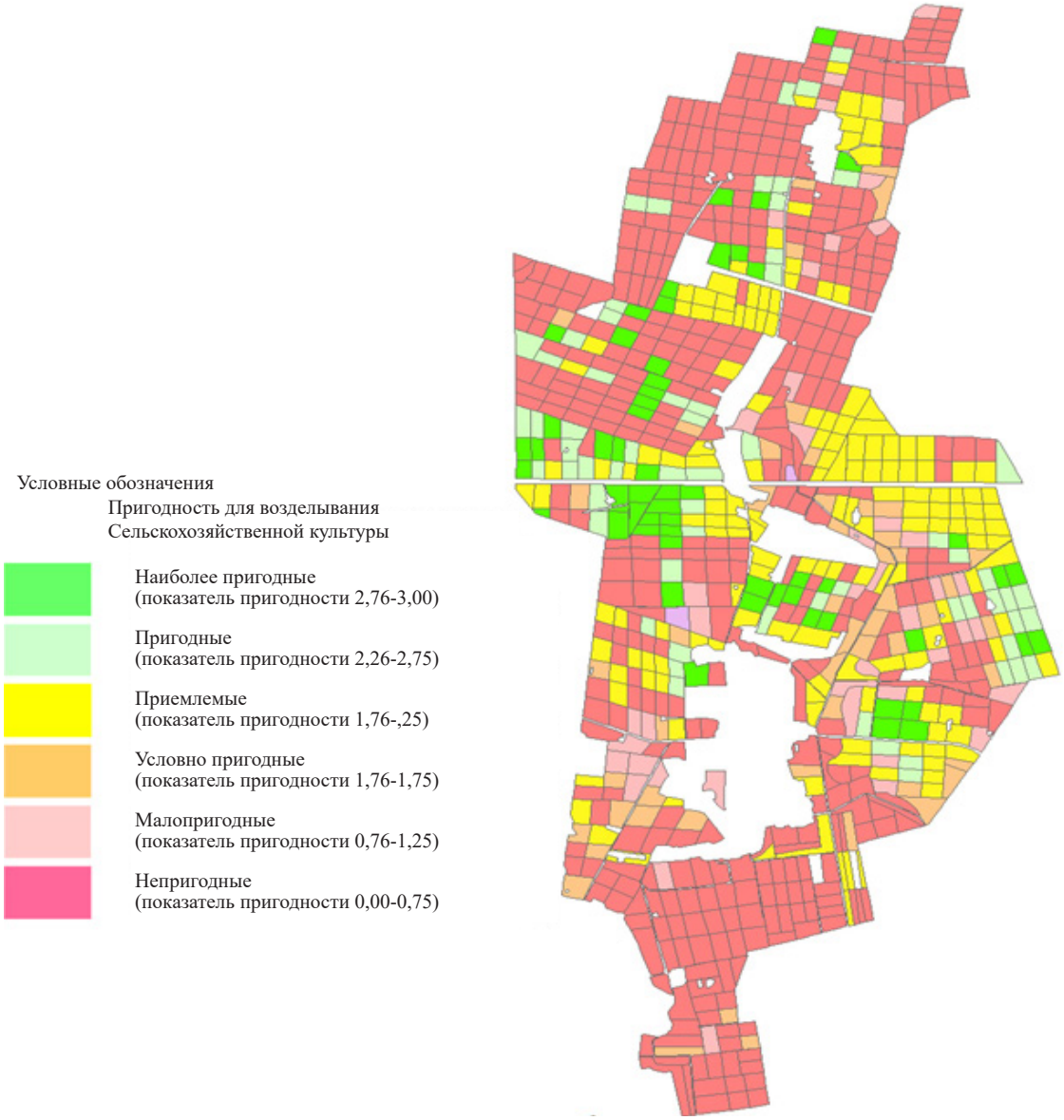


Рисунок 5. – Пригодность элементарных участков ОАО «Большевик-агро» Солигорского района Минской области для возделывания озимой пшеницы

Заключение

Проведен геостатистический анализ почвенного покрова по данным крупномасштабных почвенных карт и материалов агрохимического обследования и созданы картограммы недопустимых, допустимых, пригодных и оптимальных значений показателей плодородия почв (классификационная принадлежность, кислотность, содержание гумуса, содержание подвижных форм фосфора и калия, а также комплексных показателей) сельскохозяйственных организаций. Эти факторы и их количественные показатели, являются параметрами многоцелевой оценки пригодности почвенного покрова элементарного участка для возделывания сельскохозяйственных культур.

Проведена многоцелевая оценка пригодности почвенного покрова с присвоением конкретной степени (непригодные, малопригодные, условно пригодные, приемлемые, пригодные, наиболее пригодные) элементарных участков сельскохозяйственных организаций для возделывания озимой пшеницы, озимого тритикале, озимой рожи, яровой пшеницы, ячменя, льна, сахарной свеклы, озимого рапса. Полученные параметры необходимы для функционирования интеллектуальной информационной системы сельскохозяйственного производства для целей планирования оптимального использования земельных ресурсов. На их основе определяется целевое использование земель сельскохозяйственных организаций, внесение удобрений, планирование получения урожайности наиболее экономически выгодным и экологически безопасным способом.