

РАЗРАБОТКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

Пашенов Асылхан Бауыржанулы

магистрант Казахского Национального аграрного университета, Республика Казахстан, г. Алматы

Бастаубаева Шолпан Оразовна

доктор PhD, канд. с.-х. наук, Казахский Научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, Республика Казахстан, г. Алматы

УДК 633.11:631.42

Аннотация. Использование ГИС-технологий при проектировании севооборотов существенно облегчает учет и прогнозирование очагов деградации почв и ландшафтов, опасность заболачивания, вторичного засоления, эрозии, дефляции, оползней и других неблагоприятных процессов. Их предотвращение в первую очередь достигается за счет рационального размещения полей и производственных участков, оптимизации их размеров, конфигурации и обоснования агротехнологий.

В статье рассмотрено почвенно-ландшафтное картографирование, разработано геоинформационная система агроэкологической оценки земель для внедрения технологий различного уровня интенсификации применительно к агроэкологическим группам земель.

Ключевые слова: почвенно-ландшафтное картографирование, агроландшафт, богарные и орошаемые земли, подвижной фосфор, светло-каштановые почвы.

Введение

Развитие отечественного растениеводства на ближайшую и среднесрочную перспективу связано с модернизацией отрасли, разработкой и внедрением современных наукоемких технологий, хорошо зарекомендовавших себя в развитых странах мира. Западноевропейские страны, благодаря освоению этих технологий достигли урожайности зерновых культур в 60 ц/га и продолжают её наращивать, а среднемировая урожайность зерна к началу нового века достигла 30 ц/га. Это связано с тем, что в мировой сельскохозяйственной практике все большее распространение получают современные высокоэффективные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, которые рассчитаны на достижение высокого уровня реализации потенциальных возможностей конкретных природно-климатических территорий, сортов и гибридов полевых культур [1-5]. Технологии представляют единую систему управления продукционным процессом растений через оптимизацию схем севооборотов, приемов обработки почвы, применения удобрений, средств защиты растений в системе точного земледелия. Современные технологии предусматривают точное, своевременное и дифференцированное проведение агромероприятий с использованием

автоматизированных средств, биологических методов и информационного обеспечения. Мировой опыт доказывает, что экономически выгодное и экологически безопасное производство продукции растениеводства достигается при комплексном использовании приемов в технологиях планированного уровня интенсификации [6,7]. В высоких агротехнологиях ставится задача последовательной оптимизации всех регулируемых лимитирующих факторов, максимально возможного использования ФАР, тепла, влаги и генетического потенциала растений. Они рассчитаны на достижение высокого уровня реализации потенциальных возможностей сельскохозяйственных территорий, культур, сортов и гибридов полевых культур. Эти технологии представляют единую систему управления производственным процессом сельскохозяйственных культур через системы севооборотов, обработки почвы, применения удобрений, средств защиты растений в системе точного земледелия.

Методика исследований

Объектом исследований являются богарные и орошаемые земли плакорных и эрозионных агроландшафтов, 2-х полигонов расположенных на предгорно - наклонной равнине в поясе предгорных светло-каштановых почв северного склона Илийского Алатау. Равнина имеет общий уклон в северном направлении от Илийского Алатау. Эрозионные земли используются в богарном, а плакорные в богарном и орошаемом земледелии.

Один полигон расположен на полуобеспеченной богаре (5 га) и один на орошаемом участке (32 га) на территории ТОО «КазНИИЗиР».

Разработка проекта будет выполнена в соответствии с методическим руководством по агроэкологической оценке земель, проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий [1]. Методология выполнения данных работ разработана на кафедре почвоведения, геологии и ландшафтоведения РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева под руководством академика РАН В.И.Кирюшина. Она представляет собой новый подход к типологии земель и проектированию адаптивно-ландшафтных систем земледелия, дифференцированный в соответствии с биологическими требованиями растений, агроэкологическими условиями, уровнями интенсификации производства и природоохранными требованиями. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия формируются применительно к агроэкологическим группам земель (плакорным, эрозионным, засоленным и т. п.). Составляющие их системы севооборотов проектируются в пределах агроэкологических типов земель, агротехнологии адаптируются применительно к видам земель, представленными элементарными ареалами агроландшафтов или элементарной почвенной структурой (ЭПС). Данная методология широко апробирована в различных природных зонах и провинциях России, существенно отличается от традиционных методов разработки, так называемых зональных почвозащитных систем земледелия, практиковавшихся ранее в проектах внутрихозяйственного землеустройства. Принципиальным отличием таких систем, характеризующихся точным экологическим адресом, является обеспечение экологической устойчивости агроландшафтов. Они соответствуют требованиям экологизации и биологизации земледелия.

На полигонах будет проводится агроэкологическая оценка земель, включающая ландшафтно-экологический анализ территории и агрономическую оценку почв. Первый содержит исследования геоморфологических, литологических условий и структуры почвенного покрова. Агрономическая оценка почв определяет изучение их морфологических, физических, физико-химических свойств, эродированности [8]. На ее основе строятся принципы типизации земель. Выполнение данных работ будет осуществляться почвенно-географическим и лабораторно-агрохимическим методами. При составлении почвенных карт полигонов наряду с традиционным крупномасштабным (1:10000) почвенным картографированием будут использоваться современные методы, основанные на применении материалов дистанционного зондирования и возможностей цифровой интерпретации полученных данных, а также спектрально-космических снимков типа Google высокого разрешения, обеспечивающие повышение качества, информативности составляемых почвенных карт и разделение почв по качеству даже на ЭПА и ЭПС на равнинных участках со слабовыраженным рельефом.

Работы, связанные с масштабированием картографических материалов и космоснимков,

дешифрированием космоснимков, составлением красочного макета карт будет проводиться в программе MapInfo. Параллельно будут использоваться также топографические карты. Составление почвенных карт будет вестись следующим образом: осуществление предварительной камеральной работы с космическими фотоматериалами – привязка, визуальное дешифрирование, выделение контуров, насыщение их по возможности данными прошлых лет исследований. Для точной привязки применяется метод контрольных (реперных) точек. В качестве реперов используются точки однозначно идентифицируемых как на снимке, так и на базовой топографической основе. Основным методом обработки космической информации является косвенное индикационное дешифрирование, основанное на установлении взаимосвязи почвы с компонентами ландшафта, в первую очередь с растительностью и рельефом. В результате будет составляться предварительный макет почвенной карты. Полевые исследования проводятся маршрутным способом для уточнения содержания выделенных почвенных контуров, установления дешифровочных признаков почв. Данные исследования позволят выделить пространственное распространение разных почв. Структура почвенного покрова будет показана на картах и отражена в легенде, включая процентное соотношение компонентов в сложных (неоднородных) контурах.

Выделение агроэкологических групп земель осуществляется по ведущим агроэкологическим факторам, определяющим направление их сельскохозяйственного использования (рельеф, почвы, их влагообеспеченность, эрозионноопасность, переувлажнение и др.). Указанные электронные карты будут выполнены в формате SIT и настроены для работы в программе MapInfo.

Их создание определяет установление точных границ участков полевым методом с использованием DGPS-технологий; нанесение объектов инфраструктуры на электронную карту путем надземных измерений и по космическим снимкам. Масштаб – 1:10000. Данные методы исследований позволяют установить фактические показатели, характеризующие состояние изучаемых объектов и дать объективную географическую, экологическую и аналитическую картину поставленных на изучение вопросов.

Результаты и обсуждение

Агрооценка геоморфологических и литологических условий

Предгорная пустынно-степная зона Илийского Алатау, в которой проводятся наши исследования характеризуется весьма сложным рельефом, обусловленным геологическим развитием ее горного окаймления. Современный рельеф создан здесь в основном молодыми поднятиями – неогеновыми и четвертичными. Для него характерна широкая полоса предгорий – прилавок, спускающихся к наклонным равнинам. На плоских равнинах развивается в основном орошаемое земледелие, а на склонах и водоразделах – богарное земледелие. В склоновом земледелии используются преимущественно низкие прилавки и наклонная равнина (650-800 м абсолютной высоты). Прилавки и предгорные наклонные равнины отличаются сильной степенью горизонтального расчленения и наличием пологих и крутых склонов.

Так, пояс предгорных светло-каштановых богарных пахотных почв Илийского Алатау, занимающих 108,3 тыс. га, или 26 % от общей площади склонового земледелия юго-востока республики, характеризуется преобладанием склонов крутизны 1-3° (40,4 %) и 3-5-8° (48,5 %). Склоны крутизной от 8° до 10° использовались в пашне в пределах 9,0 тыс. га, или 8,3 %.

Средневзвешенная крутизна склонов составляет 3,9°, показатель направленности рельефа» равен 0,19. Это значит, что 19 % склоновой пашни являются особо эрозионноопасными (таблица 1).

Согласно «порогового» значения уклона в 1°, количество эрозионноопасной пашни на светло-каштановых почвах составляет 105,3 тыс. га, или 97,2 %.

Анализ распределения почв по длине склонов свидетельствует, что 54,8 % размещается на склонах длиной до 300 м, 16,1 % - на склонах длиной 300-500 м, более 500 м – 29,1 %. Средневзвешенная длина склонов составляет 429,5 м, а средневзвешенная величина

горизонтального расчленения - 1,0 км/км². На опытных богарных участках длина склонов варьирует в пределах 120-280 м.

По типу продольного профиля в зоне различаются прямые, слабо и сильновыпуклые склоны (до 95 % площади). Подчиненную роль играют склоны с вогнутыми и сложными склонами. Среди склонов южной и восточной экспозиций преобладают длинные, а северной и западной – более короткие и крутые склоны. Показатели рельефа не равнозначны по своему влиянию на процессы эрозии. Наиболее важными, определяющими масштаб смыва, являются длина и крутизна.

Таблица 1.

Морфология рельефа светло-каштановых почв Илийского Алатау

Показатели	Количество	
	тыс. га	%
1. Крутизна склонов:		
градусы, до 1	3,0	2,8
1 - 3	43,8	40,4
3 - 8	52,5	48,5
> 8	9,0	8,3
Средневзвешенная крутизна, град.	3,9	
2. Длина склонов, м:		
до 300	59,4	54,8
300 - 500	17,4	16,1
1	2	3
500 - 900	13,4	12,4
> 900	18,1	16,7
Средневзвешенная длина, м	429,5	
3. Горизонтальное расчленение, км/км ²	1,0	
4. Напряженность рельефа	0,19	
5. Эрозионный индекс рельефа, единиц	2,8	
6. Всего эрозионно-опасных земель, тыс. га	105,3	

В качестве меры эрозионной опасности рельефа нами использован топографический фактор, являющийся показателем совместного влияния длины и крутизны склонов на смыв почвы [9,10]. Эрозионный индекс рельефа составил 2,8 единиц. На опытных полигонах он равен 1,8-2,1 единиц.

Таким образом, предгорным наклонным равнинам Илийского Алатау свойственна эрозионная расчлененность, придавшая рельефу сложный волнисто-холмистый характер. Абсолютная высота и рельефные особенности предгорной равнины определяют годовую сумму осадков, поверхностный сток воды, величину суммарной радиации и, следовательно, оказывает решающее воздействие на формирование почв, развитие эрозии и применяемые агротехнологии. Наши исследования на светло-каштановых богарных почвах сосредоточены, как уже указывались в первую очередь на склонах южной и восточной экспозиции, крутизной 1-3°, как наиболее широко используемые в настоящее время в земледелии всех хозяйств региона.

Равнинные земли, используемые при орошении, характеризуются плоским, спокойным рельефом с уклоном до 1°, и водной эрозии практически не подвержены. Здесь все зависит от их хозяйственного использования, в основном от агротехники. При небольшом уклоне и обработке почв, посевах культур поперек такого уклона опасность водной эрозии особо не возникает. Здесь может проявляться только ирригационная эрозия почвы при больших объемах и скоростных методах полива сельскохозяйственных культур. При соблюдении традиционного способа бороздкового полива с учетом рекомендуемых наукой длины борозды, скорости и объема подачи воды, поливных норм и экологического состояния почвы ирригационная эрозия может вполне быть предупреждена.

Агрономическая оценка светло-каштановой орошаемой почвы

Химические свойства почвы

С учетом морфологии и химических свойств составлена почвенная карта светло-каштановой орошаемой почвы полигона. На карте выделены контура несмытой, слабосмытой, среднесмытой почвы (рисунок 1).

Определение динамики содержания общего гумуса на светло-каштановой орошаемой почве показало, что наблюдалась тенденция к повышению содержания его количества от начала вегетации к середине вегетации полевых культур. Так, от фазы кущения до фазы колошения озимой пшеницы, размещенной по разным предшественникам в несмытой почве его количество в пахотном слое увеличилось с 2,27 % до 2,71 %, на слабосмытых почвах с 1,93-2,51 % до 2,01-2,63%, на среднесмытых почвах с 1,61-2,38 % до 1,98-2,48 %.



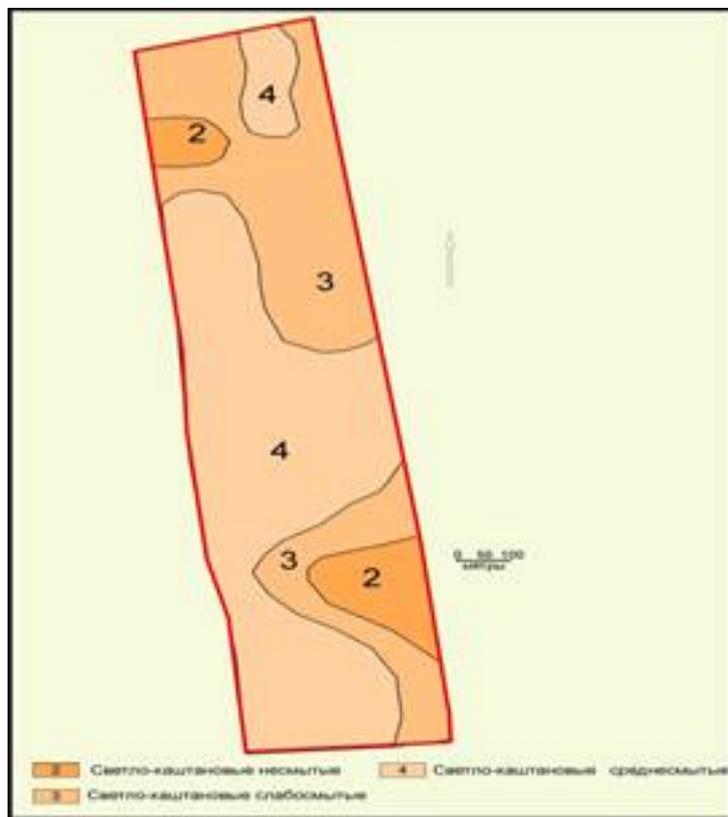


Рисунок 1. Почвенная карта светло-каштановой орошаемой почвы

На озимой пшенице к концу вегетационного периода на всех изучаемых почвах наблюдалось снижение содержания общего гумуса на 0,08-0,59 %. Оценка сезонной динамики содержания лабильного гумуса на светло-каштановой орошаемой почве свидетельствует, что отмечалось увеличение его количества от начала до середины вегетации полевых культур вследствие усиления активности почвенных микроорганизмов по мере повышения температуры за указанный период и ослаблению к периоду их уборки из-за иссушения почвы. Так, на озимой пшенице, размещенной по разным предшественникам его количество повысилось в несмытой почве на 980 мг/кг, слабосмытой почве - 560-1840 мг/кг, в среднесмытой почве - 1260-2240 мг/кг и снизилось к уборке в несмытой почве на 140 мг/кг, слабосмытой почве - 100-980 мг/кг, среднесмытой почве - 200-420 мг/кг. Аналогичная закономерность сезонного колебания лабильного гумуса прослеживается в подпахотном слое исследуемых почв.

Изучение изменения содержания легкогидролизуемого азота в течение вегетации полевых культур показало, что его количество в пахотном и подпахотном слое несмытой, слабосмытой и среднесмытой почвы от начала до середины вегетации зерновых культур, в частности, под посевами озимой пшеницы повысилось до очень высокого уровня 101-112 мг/кг. К уборке данных культур его содержание в пахотном и подпахотном слое снизилось от очень низкого - 21 мг/кг до высокого уровня обеспеченности - 86 мг/кг. Динамика содержания нитратного азота в почве свидетельствует, что с ранней весны по мере увеличения положительных температур количество нитратов повысилось до середины вегетации полевых культур с 5-36 мг/кг до 8-72 мг/кг на всех вариантах опыта и снизилось к их уборке на 4-45 мг/кг. Аналогичная закономерность по его изменению наблюдается в подпахотном слое но с пониженными показателями.

Оценка изменения содержания подвижного фосфора в почве свидетельствует, что его количество от весны к середине вегетации полевых культур снизилось в пахотном слое с 24-124 мг/кг до 18-57 мг/кг. К концу вегетации культур содержание подвижного фосфора в почве снизилось на 2-23 мг/кг. Подобная закономерность по динамике подвижного фосфора прослеживается в подпахотном слое почв.

В верхних горизонтах данных почв сезонная динамика обменного калия имеет разный

характер по сравнению с подвижным фосфором: его содержание уменьшается с начала до середины вегетации изучаемых культур с 174-695 мг/кг до 164-488 мг/кг в пахотном слое. К концу вегетационного периода зерновых культур его количество увеличилось на 5-53 мг/кг. Подобная динамика содержания обменного калия отмечается в подпахотном слое почв.

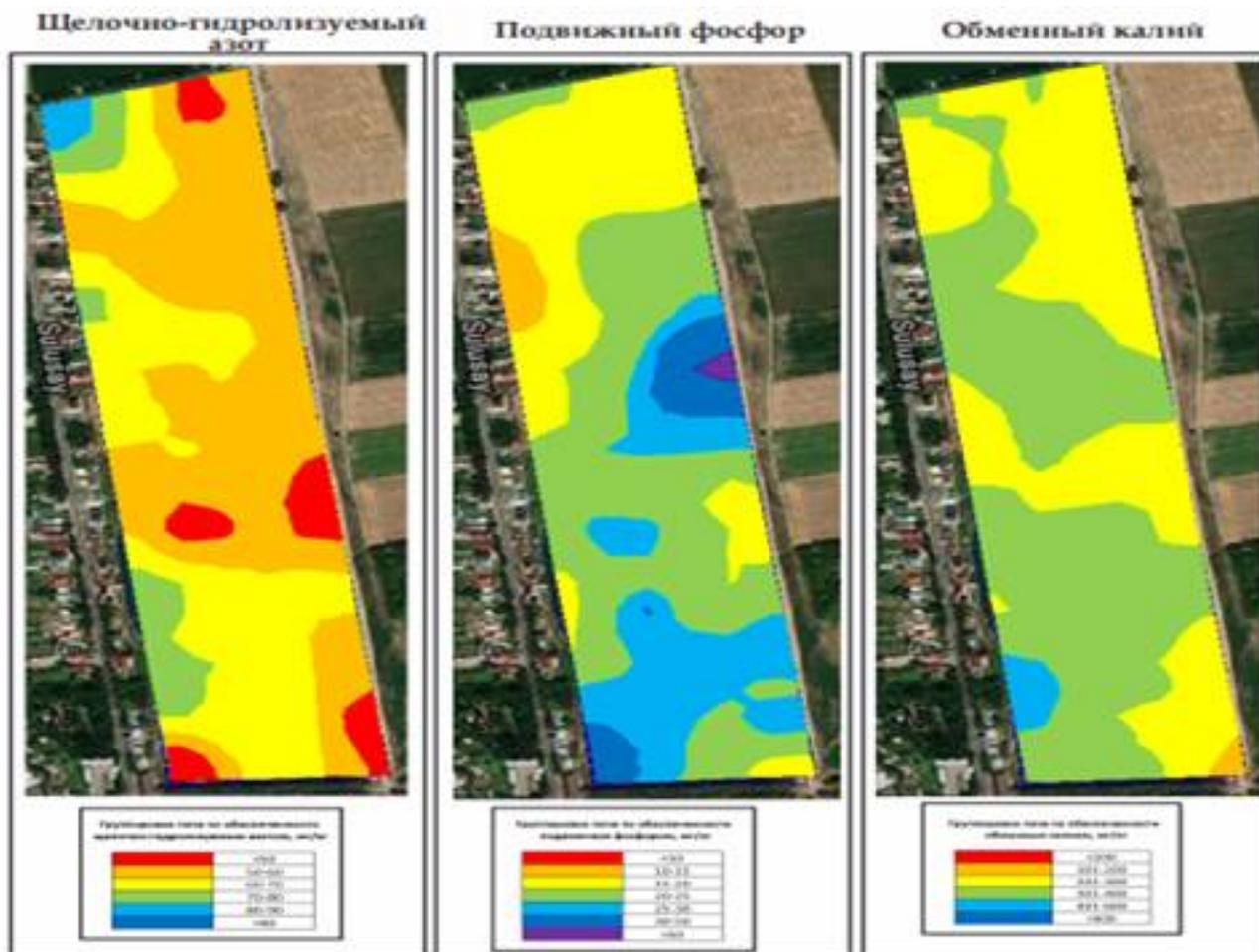


Рисунок 2. Карта обеспеченности основными элементами питания (полигон точного земледелия, орошения)

Важнейшей характеристикой почвы, влияющей на многие ее свойства, является реакция среды (pH). В течении вегетации полевых культур она колебалась в пахотном и подпахотном слое в пределах 8,1-9,1 %, что свидетельствует о среднещелочной степени кислотности.

Выводы

Научно-обоснованная разработка всех элементов технологии возделывания озимой пшеницы, гарантирует нам получение высоких урожаев с высоким качеством зерна и низкой себестоимостью. Геоинформационные системы являются мощным инструментом для изучения и анализа различных природных явлений. Сельское хозяйство как владелец широкого класса пространственных объектов неизбежно включилось в процесс освоения данных систем как в научной, так и в производственной сфере. Однако этот процесс имеет свои характерные особенности. Достаточно быстро выяснилось, что определенная часть из широких возможностей инструментальных ГИС является излишней для сельскохозяйственных задач, а оставшаяся часть, несмотря на ее высокую полезность, не позволяет достичь требуемого результата. Поэтому возникла необходимость разработки специальных алгоритмов (и соответствующих программ), что и осуществляется на практике.

В перспективе актуальным остается вопрос разработки специализированных алгоритмов и программ для более точной и четкой направленности рекомендаций по использованию сельскохозяйственных ресурсов конкретной территории с количественным прогнозом достигаемых результатов.

Список литературы:

1. Кирюшин В.И., Иванов А.Л. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784с.
2. Черкасов Г.Н., Масютенко Н.П., Чуюн О.Г. Сохранение и воспроизводство плодородия почв в ландшафтном земледелии // Сохранение и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии. – Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения А.П.Щербакова.- Курск, 2011.-С.3-7.
3. Вражнов А.В. Моделирование агроландшафтных систем земледелия на Южном Урале // Сохранение и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии. – Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения А.П. Щербакова. – Курск, 2011. – С. 14-18.
4. Масютенко Н.П. Основные направления и задачи исследований по заданию 02.01. «Разработать теоретические основы формирования агротехнологической политики модернизации земледелия России, системы информационно-технологического обеспечения адаптивно-ландшафтного систем земледелия с целью формирования экологически сбалансированных агроландшафтов» // Сохранение и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии. – Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения А.П. Щербакова. – Курск, 2011. – С. 26-31.
5. Черкасов Г.Н. Основные направления технологической модернизации земледелия // Агротехнологическая модернизация земледелия. – Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции.-Курск, 2013.- С. 3-6.
6. Практикум по почвоведению. - М.: Агропромиздат, 1986. - 336с.
7. Лопырев М.И., Рябов Е.И. Защита земель от эрозии и охрана природы. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 58-59.
8. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы определения влажности // Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 152-153.
9. Ларионов Н.В. Влияние крутизны склонов на впитывание воды в почву. Издательство МГУ, 1973, с.60-66.
10. Заславский М.Н. Методические вопросы оценки и картографирования
11. Эрозионноопасных земель. // Почвоведение, 1977, №7, с. 85-98.