

УДК 681: 333

АВТОМАТИЗАЦИИ ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

© 2018 С.Н. Зудилин, Ю.С. Иралиева

Самарская государственная сельскохозяйственная академия

Статья поступила в редакцию 03.09.2018

Задача внутрихозяйственного землеустройства состоит в том, чтобы путем правильного размещения земельных угодий и средств производства создать хозяйственно-целесообразное сочетание природно-экономических факторов, обеспечивающих минимальные издержки на производство того или иного продукта. Действие этих факторов должно быть таким, чтобы наравне с хозяйственными соблюдались природоохранные условия. Успешное решение поставленной задачи невозможно без геоинформационного моделирования. Благодаря созданию и внедрению ГИС значительно облегчается экологический мониторинг местности и становится упорядоченным ведение учета природных ресурсов. На основе функции моделирования можно обнаружить проблемные места и превентивно предотвратить их увеличение в будущем. Геоинформационные системы позволяют определить взаимосвязь интересующих параметров (к примеру, климата и почв) и сделать вывод о состоянии местности. Данная научно-исследовательская работа посвящена вопросу разработки и внедрения автоматизации процесса землестроительного проектирования на основе новых методов геоинформационных технологий. Разрабатываемая технология базируется на использовании комплекса современных геоинформационных систем, усовершенствованных методах сбора и подготовки информации, а также ряде разработанных и внедренных методик создания проектов землеустройства и оформления планов и карт с применением специальных прикладных программ. Оценка природных ресурсов, в том числе и земли, должна рассматриваться с трех позиций: экологической или природоохранной, с точки зрения сохранения качества природной среды; экономической и социальной. Проведенная оценка территории СПК им. Куйбышева показала, что уровень нагрузки значительный, так как антропогенное воздействие на территорию превышает её природные возможности. Устойчивость экосистемы утрачивается. Осуществлена агроэкологическая группировка пашни по ее пригодности для возделывания районированных сельскохозяйственных культур на основе качественных характеристик пашни с учетом типов почв, рельефа, степени и видов эрозий. Выделено 10 агропроизводственных групп. Для каждой группы указаны рекомендуемые противоэрэзационные мероприятия и рекомендуемые сельскохозяйственные культуры. По космоснимку территории землепользования была проведена оцифровка земельных участков сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: автоматизация планирования землепользования, геоинформационные технологии, проектирование, внутрихозяйственное землеустройство, устройство территории севооборотов

ВВЕДЕНИЕ

Задача внутрихозяйственного землеустройства состоит в том, чтобы путем правильного размещения земельных угодий и средств производства создать хозяйственно-целесообразное сочетание природно-экономических факторов, обеспечивающих минимальные издержки на производство того или иного продукта. Действие этих факторов должно быть таким, чтобы наравне с хозяйственными соблюдались природоохранные условия. Успешное решение по-

ставленной задачи невозможно без геоинформационного моделирования [1, 2].

По мнению ученых, основная масса информации, которую люди получают в течение жизни, имеет четкую территориальную ориентацию. Именно поэтому так велико значение геоинформационных систем (ГИС), способных максимально точно обеспечить привязку к местности практически любого объекта. Области применения ГИС очень обширны. Они включают в себя различные сферы от демографии и медицины до управлеченческой деятельности, обеспечения безопасности и торговли недвижимостью. ГИС очень вариативны и могут использоваться как для мониторинга ограниченного пространства, например, торгового зала или казино, так и для осмотра больших территорий (город, регион или даже страна). Системы ГИС, с помощью актуальных и регулярно обновляющихся сведений о дорожной обстановке, позволяют выстроить

Зудилин Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Землеустройство, почвоведение и агрохимия». E-mail: zudilin_sn@mail.ru

Иралиева Юлия Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Землеустройство, почвоведение и агрохимия». E-mail: iralieva@rambler.ru

оптимальный маршрут передвижения как для отдельного транспортного средства, так и для всей логистической цепочки [4].

Благодаря созданию и внедрению ГИС значительно облегчается экологический мониторинг местности и становится упорядоченным ведение учета природных ресурсов. На основе функции моделирования можно обнаружить проблемные места и превентивно предотвратить их увеличение в будущем. Геоинформационные системы позволяют определить взаимосвязь интересующих параметров (к примеру, климата и почв) и сделать вывод о состоянии местности. ГИС детально учитывают месторасположение и площадь объектов. Комплексный анализ, проводимый системой одновременно на основе нескольких факторов, позволяет получить наиболее точную и объективную оценку территории с позиции заданных параметров [5].

Кроме того, геоинформационные системы очень эффективны для определения места размещения объекта, они помогают урегулировать территориальные споры и способны оказать реальное содействие в координации деятельности оперативных служб во время чрезвычайных ситуаций. Запрашиваемая информация представляется в виде подробных карт с дополнительной детализацией в форме текстов, схем, графиков и диаграмм.

Данная научно-исследовательская работа посвящена вопросу разработки и внедрения автоматизации процесса землеустройства на основе новых методов геоинформационных технологий.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований в данной работе являются новые методы геоинформационных технологий, позволяющие автоматизировать процесс выполнения камерального этапа работ по землестроительному проектированию и организации информационной основы агроколлажеского мониторинга территории сельскохозяйственных предприятий.

Актуальность исследований следует из необходимости разработки новых методов автоматизированного выполнения землестроительного проектирования с использованием современных геоинформационных технологий. Актуальным является решение задачи разработки методического и алгоритмического обеспечения информационной технологии применения геоинформационных систем (ГИС) для решения ряда практических задач, возникающих при создании проектов внутрихозяйственного землеустройства.

Разрабатываемая технология базируется на использовании комплекса современных геоин-

формационных систем, усовершенствованных методах сбора и подготовки информации, а также ряде разработанных и внедренных методик создания проектов землеустройства и оформления планов и карт с применением специальных прикладных программ. Таким образом, задача разработки и внедрения геоинформационного моделирования на территории сельскохозяйственных предприятий является актуальной.

Целью исследований является разработка и внедрение новых методов геоинформационных технологий для автоматизации процесса внутрихозяйственного землеустройства

Поставленная цель обуславливает решение следующих задач: анализ проблемы и пути ее решения; разработка и апробация технологической схемы создания геоинформационной основы на территорию сельскохозяйственного предприятия; разработка методики обработки агроколлажеской информации для сельскохозяйственных угодий.

Предлагаемая технология носит комплексный характер, так как объединяет не только методологию проведения работ по внутрихозяйственному землеустройству, но и техническую составляющую работ, которая является самой затратной по времени и средствам. Показаны алгоритмы выполнения производственных операций по сбору, обработке и последующему использованию кадастровых данных при составлении проекта внутрихозяйственного землеустройства. Также рассмотрены применяемые программные средства, базовой в которых является геоинформационная система MapInfo.

Оценка природных ресурсов, в том числе и земли, должна рассматриваться с трех позиций: экологической или природоохранной, с точки зрения сохранения качества природной среды; экономической (учитывающей рентабельность использования природного ресурса); социальной (с точки зрения удовлетворения потребностей общества). Экологическое состояние земельных ресурсов Самарской области, особенно наиболее ценных земель – сельскохозяйственных угодий, в настоящее время определяется как критическое, а в некоторых районах оно приобретает характер экологического бедствия.

Одними из наиболее активных негативных процессов, влияющих на хозяйственное использование сельскохозяйственных земель, является эрозия почвы и зарастание полей сорняками. При отсутствии необходимых мероприятий по поддержанию сельскохозяйственных угодий в пригодном для сельскохозяйственного производства состоянии негативные процессы активизируются, захватывая новые территории.

В сложившихся условиях наиболее целесообразным становится применение современных методов дистанционного зондирования и ГИС-

технологий, позволяющих выявлять динамику и особенности эрозии почв и зарастания сельскохозяйственных земель, обусловленные зонально-климатическими и техногенно-ландшафтными характеристиками различных территорий. На сегодняшний день нет полного представления о конкретном влиянии различных факторов на процессы эрозии почв и зарастания сельскохозяйственных угодий и механизме выявления и оценки текущего состояния неиспользуемых по этим причинам сельскохозяйственных угодий. Отсутствуют механизмы определения вариантов альтернативного использования данных угодий с учетом степени их деградации на основе эколого-экономического обоснования их хозяйственного использования.

Первым этапом оценки качественного состояния сельскохозяйственных угодий является локальный мониторинг. При локальном мониторинге (на уровне отдельных землепользований) используются данные дистанционного зондирования, картографические материалы и данные подспутниковых исследований (рисунок 1).

Обработку полученных данных можно производить с использованием ГИС MapInfo и программного комплекса для полуавтоматической векторизации EasyTrace (рисунок 2).

Методика оценки качественного состояния сельскохозяйственных земель с последующим пространственно-структурным моделированием прогнозного состояния исследуемой терри-

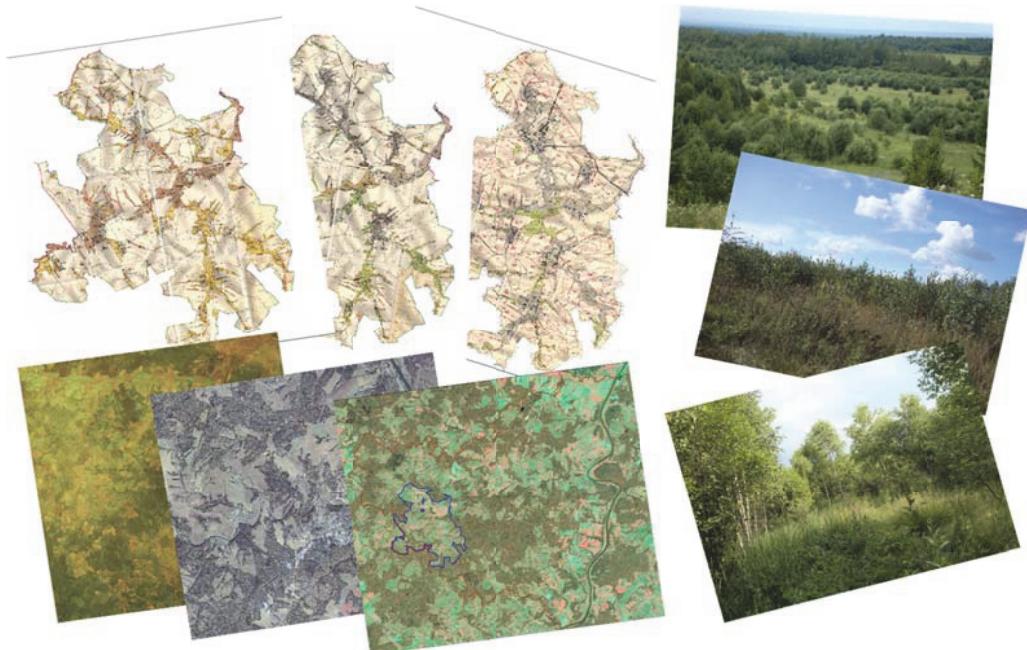


Рис. 1. Исходные материалы для локального мониторинга

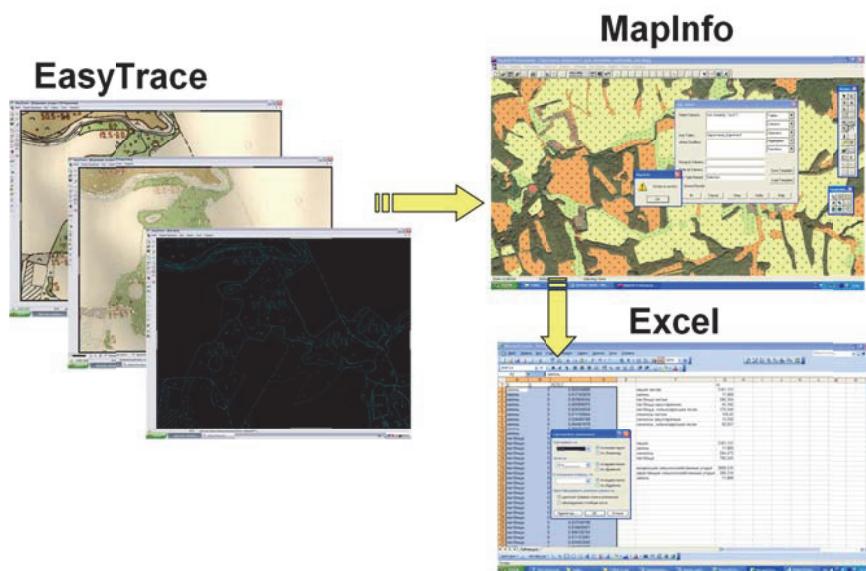


Рис. 2. Технология мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с использованием современных методов и ГИС-технологий

тории заключается в следующей последовательности выполняемых операций:

- Исследование многолетней динамики состояния сельскохозяйственных угодий, подверженных процессам эрозии и зарастания сорной растительностью.

- Параметризация качественных и количественных характеристик состояния исследуемой территории.

- Классификация сельскохозяйственных земель по балльной шкале оценки качественных и количественных характеристик территории.

- Оценка современной и потенциальной опасности эрозии и зарастания сельскохозяйственных угодий.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

- Расчет антропогенной нагрузки на агроландшафт.** В современных условиях комплексное управление плодородием почв и продуктив-

ностью земель обеспечивается только с учетом всей совокупности природных свойств территории, иначе говоря, на основе ландшафтного подхода. Методологические вопросы формирования экологически сбалансированных агроландшафтов пока еще недостаточно разработаны, но большинство исследователей считает, что конструирование агроландшафтов должно осуществляться на основе ландшафтной организации территории (ландшафтного землеустройства) и нормативов: оптимального соотношения угодий; допустимых балансов воды, биофильных элементов и гумуса; твердого стока и дефляции почвы (а также их сочетания) в конкретных регионах; мелиоративного состояния земель; загрязнения ландшафта ядохимикатами, тяжелыми металлами и др.; фитосанитарного состояния ландшафта. Организация мониторинга невозможна без тщательного ландшафтного анализа с учетом предшествующей хозяйственной деятельности. Использование современных

Таблица 1. Сводные показатели оценка территории СПК им. Куйбышева

№ п/п	I. Показатели, характеризующие природные возможности территории			II. Показатели, характеризующие антропогенную нагрузку на территорию		
	Название	Значение	Индекс фактора	Название	Значение	Индекс фактора
1	Климатическая норма почвообразования (V _r)	1,896 т/га	0,9	Концентрация животноводства (Кж)	31,95	0,3.
2	Сложность почвенной структуры (R _p)	79,92 м/га	0,9	Освоенность территории (От)	79,0 %.	0,7.
3	Пестрота угодий (Ky)	0,64	0,8	Распаханность (K _{рн})	55,48 %	0,8.
4	Лесистость (L)	4,15 %.	0,6	Облесенность пашни (Оп)	1,61 %	0,8.
5	Степень разнообразия ландшафтов, (I)	1,55 км/км ²	1,0	Удельная протяженность лесных полос (Ппл)	19,38 м/га	0,3.
6	Расчлененность (Kr)	1,98 км/км ²	0,6	Коэффициент технологической раздробленности (Ктр)	0,53	0,6.
7	Густота гидрографической сети (Kг)	0,916 км /км ²	0,8	Коэффициент техногенной нарушенности земель (КТН)	0,54	1,0.
8	Напряженность рельефа (Nr)	97,9 %	0,5			
Суммарная экологическая опасность			76,25			64,29
Индекс нагрузки		11,95		Уровень нагрузки - Значительный		

аэрофотоснимков оказывает существенную помощь при оценке достоверности и точности разных карт. Проведенная оценка территории по методике [3] СПК им. Куйбышева показала, что уровень нагрузки значительный, так как антропогенное воздействие на территорию превышает её природные возможности. Устойчивость экосистемы утрачивается. Сводные показатели оценки территории хозяйства представлены в таблице 1.

2. Оценка плодородия почв хозяйства. По данным последнего обследования (2011 г.) видно, что средневзвешенное содержание гумуса составило 3,2%, подвижного фосфора 128 мг/кг почвы, обменного калия 124 мг/кг (таблица 2, рис. 3).

Почвы с очень низким содержанием гумуса составили 23,4 % (1601 га), низким – 58,1 % (3972 га) и средним – 18,5 % (1264 га). В хозяйстве преобладают почвы с повышенным и высоким содержанием фосфора, а 33,5 % (2291 га) почв имеют повышенное содержание калия. Анализ динамики плодородия почв хозяйства показал, что произошло сокращение площадей малогумусных почв на 23,1% и увеличение слабогумусированных почв на 22,9%.

Динамика площадей почв пашни по содержанию подвижного фосфора и обменного калия за период между агрохимическими обследованиями 1994-2011 гг., показывает, что за 17 лет, площади пашни с очень высокой и высокой обеспеченностью подвижным фосфором перешли в градации с повышенной и средней обеспеченностью. Таким образом, на 16,7 % увеличились

площади с повышенной и на 12,9 % - со средней обеспеченностью, а также появились 150 га с низкой обеспеченностью подвижным фосфором. Произошло также сокращение площадей с очень высокой обеспеченностью обменным калием - на 26,8%, а также с повышенной - на 0,7% и средней - на 16,9%.

Одним из современных методов контроля за состоянием природных ресурсов является метод составления карт состояния плодородия земель на определённый момент времени. Составленные по данным почвенного обследования картограммы представлены на рисунке 3. Они дают сопоставимые и систематизированные сведения о состоянии и использовании сельскохозяйственных угодий, степени их деградации. Эти сведения необходимы для выявления динамики основных свойств почв, проведения государственной кадастровой оценки земель, принятия решений, связанных с охраной земельных ресурсов и их рациональным использованием, ведением мониторинга земель.

3. Оценка эрозионной опасности земель хозяйства. В процессе составления и изучения карты эрозионной опасности хозяйства, можно сделать следующие выводы: большая часть земель подвержена водной эрозии слабой степени проявления; земли хозяйства находятся на II категории эрозионной опасности земель; смыт со всей площади составляет 13,0 т/га.

4. Агрэкологическая классификация земель по пригодности для сельскохозяйственных культур. Нами осуществлена агрэкологическая группировка пашни по ее пригодности для возделы-

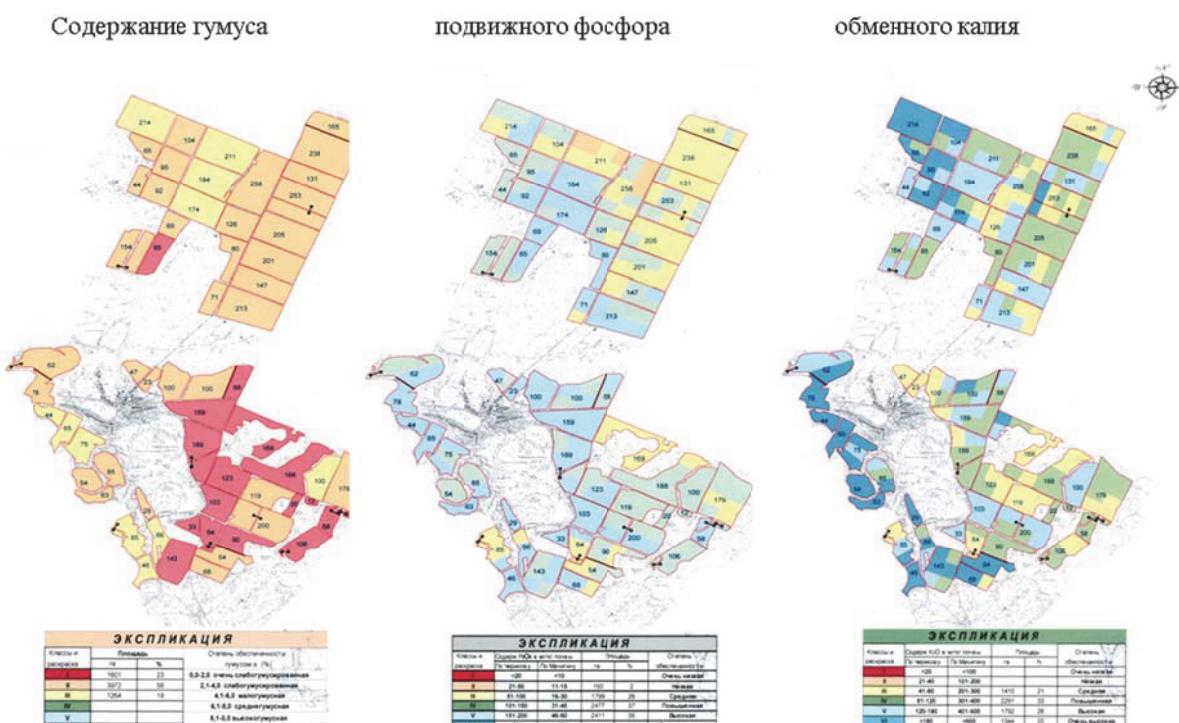


Рис. 3. Картограммы плодородия земель

Таблица 2. Обеспеченность почв питательными веществами СПК им. Куйбышева
(обследование 2011 г., площадь обследования - 6837 га)

Показатель	Площадь земель (га) / Обеспеченность						
	Оч.низ- кая	Низ- кая	Сред- няя	Повышен- ная	Высокая	Оч. высокая	Средневзвешенное значение
Гумус	1601	3972	1264				3,2 %
Фосфор		150	1799	2477	2411		128 мг/кг
Калий			1410	2291	1792	1344	124 мг/кг
Сера		6239	598				5,5 мг/ кг
Марганец		4734	1984		119		10,4 мг/кг
Медь		5463	1374				0,15мг/ кг
Цинк		6837					0,17 мг/кг
Кобальт		2163	4674				0,16 мг/кг

вания районированных сельскохозяйственных культур на основе качественных характеристик пашни с учетом типов почв, рельефа, степени и видов эрозий (рис. 4).

Выделено 10 агропроизводственных групп. Для каждой группы указаны рекомендуемые противоэрозионные мероприятия и рекомендуемые сельскохозяйственные культуры.

В нашей работы при картировании территории и составлении картограмм плодородия почв были использованы ГИС-технологии с применением компьютерной техники. По космоснимку территории землепользования была проведена оцифровка земельных участков сельскохозяйственного назначения СПК им. Куйбышева.

После проведенного агроэкологического мониторинга пахотных угодий, построения картограммы содержания гумуса, подвижных форм фосфора и калия, цифровых моделей местности с применением методов геостатистики был усовершенствован проект внутрихозяйственного землеустройства данного хозяйства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирование ГИС модели включает в себя определение данных, инструментов геообработки и связей между ними, а именно:

- исходные данные – существующие данные, добавленные в модель; для корректной работы модели исходные данные должны быть согласованы и отвечать необходимым критериям;
- промежуточные данные, которые образовались в процессе работы модели и служат только для дальнейшего преобразования, в основном, не нужны, и несут в себе «сырую» информацию;
- результирующие данные - новые данные, созданные ГИС моделями «на выходе»;
- инструменты геообработки – элементы модели, осуществляющие преобразование данных; кроме встроенных инструментов могут использоваться скрипты и другие модели;
- связи соединяют данные с инструментами и указывают на направление потока информации.



Рис. 4. Совершенствование системы землеустройства СПК им. Куйбышева
Кинельского района Самарской области



Рис. 5. Технологическая схема создания банка данных по учету комплексной агроэкологической информации

Для проектов землеустройства с целью проектирования севооборотов основными исходными и результирующими геопространственными данными являются: рельеф; агропроизводственные группы почв; сельскохозяйственные участки (массивы сельскохозяйственных угодий); эколого - технологические группы пахотных земель (учитывают потенциальную опасность проявления эрозионных процессов и интенсивность использования земель).

Все остальные данные - промежуточные. Их стандартизацию можно не учитывать, поскольку они имеют меньший вес. Все классы пространственных объектов при необходимости могут быть дополнены необходимыми атрибутами.

Для достижения цели исследования нами разработана геоинформационная модель для создания проектов землеустройства по обеспечению эколого-экономического обоснования севооборота и упорядочения угодий (рис. 5).

Оптимальное решение задачи автоматизированного землестроительного проектирования и задачи по разработке проектов внутрихозяйственного землеустройства возможно при использовании ГИС-технологий.

Экономический эффект при внедрении усовершенствованного проекта внутрихозяйственного землеустройства с учетом результатов агроэкологического мониторинга земель СПК им. Куйбышева составит 1 740 500 рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зудилин, С.Н. Методика научных исследований в землеустройстве : учеб. пособ. / С.Н. Зудилин, В.Г.

Кириченко. – Самара: РИЦ СГСХА, 2010. – 212 с.

2. Иралиева, Ю.С. Внутрихозяйственное землеустройство с учетом результатов агроэкологического мониторинга пахотных угодий / Ю.С. Иралиева // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения: сборник научных трудов. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 28-32.
3. Иралиева, Ю.С. Совершенствование методики обоснования некоторых проектных решений при внутрихозяйственном землеустройстве [Текст] / Ю.С. Иралиева // Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию создания кафедры «Землеустройство и кадастры» и 70-летию со дня рождения основателя кафедры, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Туктарова Б.И. / Под ред. В.А. Тарбаева. – ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2015. – с.150-154.
4. Тарбаев, В.А. Мониторинг природных ресурсов [Текст] / В.А. Тарбаев. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», 2009. – 83 с.
5. Туктаров Б.И. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения Самарской области [Текст] / Б.И. Туктаров, Ю.С. Иралиева // Материалы Международной научно-практической конференции «Евразийская интеграция: роль науки и образования в реализации инновационных программ», Часть II. – Уральск, 2012. – с. 205-208.

AUTOMATION OF LAND USE PLANNING ON THE BASIS OF GEOINFORMATION MODELING

© 2018 S.N. Zudilin, Y.S. Iralieva

Samara State Agricultural Academy

The task of on-farm land management is to create an economic-appropriate combination of natural and economic factors that ensure minimum costs for the production of a product through the proper placement of land and means of production. The effect of these factors should be such that environmental conditions are observed on an equal basis with economic ones. Successful solution of the problem is impossible without geoinformation modeling. Thanks to the creation and implementation of GIS, environmental monitoring of the area is greatly facilitated and the accounting of natural resources becomes orderly. Based on the simulation function, problem areas can be detected and prevented from increasing in the future. Geographic information systems allow to determine the relationship of the parameters of interest (for example, climate and soil) and to draw a conclusion about the state of the area. This research work is devoted to the development and implementation of automation of the process of land use planning based on new methods of geoinformation technologies. The developed technology is based on the use of a complex of modern geographic information systems, improved methods of collection and preparation of information, as well as a number of developed and implemented methods of creating land management projects and registration of plans and maps with the use of special applications. Assessment of natural resources, including land, should be considered from three positions: environmental or environmental, in terms of preserving the quality of the natural environment; economic and social. The assessment of the territory of SEC im. Kuibyshev showed that the level of load is significant, as the anthropogenic impact on the territory exceeds its natural capabilities. Ecosystem resilience is being lost. Implemented agroecological grouping of arable land according to its suitability for growing of zoned agricultural crops on the basis of qualitative characteristics of arable land, given the soil types, topography, the extent and types of erosion. 10 agro-production groups were singled out. Recommended anti-erosion measures and recommended crops are indicated for each group. According to the space image of the land use territory, the digitization of agricultural land plots was carried out.

Keywords: automation of land use planning, geoinformation technologies, design, on-farm land management, the device of the territory of crop rotations.

Sergei Zudilin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Head of the Department «Land Management, Soil Science
and Agrochemistry». E-mail: zudilin_sn@mail.ru
Yuliya Iralieva, Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor of the Department «Land
Management, soil science and Agrochemistry».
E-mail: iralieva@rambler.ru