

УДК 631.48:528.9

**КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОНИТОРИНГА  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ****Дитц Л.Ю.***Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИИХ», Новосибирск,  
e-mail: l.ditz@mail.ru*

В статье рассмотрены основные направления проведения почвенного экологического мониторинга Северо-Кулундинской зоны на примере одного из хозяйств Новосибирской области. Выявлены наиболее значимые природные и антропогенные факторы, проявление которых приводит к снижению уровня плодородия сельскохозяйственных земель. Отмечено, что для почвенного покрова степных районов Северной Кулунды основным фактором деградации является дефляция. Прогрессирующее развитие процессов дефляции приводит к распылению пахотного горизонта, уменьшению содержания гумуса, падению урожайности. Дана характеристика территории исследования, которая включает природные факторы формирования почвенного покрова. Выделены основные этапы проведения почвенного экологического мониторинга. Особо отмечено, что основой для проведения почвенно-экологического мониторинга является использование картографического метода, основой которого является применение геоинформационных систем. Оперативное выявление изменений состояния почвенного покрова возможно на применении атрибутивных баз данных. Отмечено, что использование серии тематических карт позволяет методом моделирования создавать карту потенциальной урожайности, на основе которой возможно применение управленческих решений. Основой проведения почвенного мониторинга является использование геоинформационных технологий в целях оптимизации землепользования и реабилитации деградированных территорий, картографической регистрации и прогноза изменений.

**Ключевые слова:** мониторинг, почва, деградация, картографирование, эрозия, географическая информационная система

**MAPPING POSSIBILITIES OF MONITORING THE ECOLOGICAL  
STATE OF SOIL RESOURCES****Ditts L. Yu.***Novosibirsk State University of Economics and Management, Novosibirsk, e-mail: l.ditz@mail.ru*

The article discusses the main directions of soil environmental monitoring of the North Kulundinskaya zone on the example of one of the farms of the Novosibirsk region. The most significant natural and anthropogenic factors were revealed, the manifestation of which leads to a decrease in the level of fertility of agricultural lands. It is noted that deflation is the main factor of degradation for the soil cover of the steppe regions of Northern Kulunda. The progressive development of deflation processes leads to a dispersal of the arable horizon, a decrease in the content of humus, and a drop in productivity. The characteristic of the study area, which includes the natural factors of soil cover formation, is given. The main stages of soil environmental monitoring are highlighted. It is especially noted that the basis for conducting soil-ecological monitoring is the use of the cartographic method, the basis of which is the use of geographic information systems. Rapid identification of changes in the state of the soil cover is possible using attribute databases. It is noted that the use of a series of thematic maps allows using a simulation method to create a map of potential productivity on the basis of which management decisions can be applied. The basis of soil monitoring is the use of geoinformation technologies in order to optimize land use and rehabilitation of degraded territories, cartographic registration and forecast changes.

**Keywords:** monitoring, soil, degradation, mapping, erosion, geographical information system

В настоящее время в условиях высокой антропогенной нагрузки земельные ресурсы Новосибирской области подвергаются значительным изменениям, усиливается деградация почвенного покрова. Важнейшим составным компонентом наземных экосистем выступает почва, которая выполняет разнообразные экологические биосферные функции.

Главными причинами неблагополучного экологического состояния степной территории Западной Сибири является длительное экстенсивное развитие сельского хозяйства, нерациональное использование

земель, разрушение природных ландшафтов, несоответствие уровня природопользования природно-ресурсному потенциалу территории, что приводит в итоге к утрате биоразнообразия, потере биомассы и продуктивности плодородных земель. В комплексе эти причины порождают экономическую нестабильность в сельском хозяйстве.

Цель исследования: разработка методологических основ использования почвенной картографии и электронного банка данных для проведения почвенно-экологического мониторинга.

К наиболее значимым антропогенным факторам, приводящим к развитию негативных процессов, относятся:

- экстенсивные формы земледелия;
- использование для обработки почв тяжелой сельскохозяйственной техники;
- техногенные выбросы промышленных предприятий и накопление их в почве;
- отчуждение земель под гидротехнические сооружения, промышленные предприятия, шахты, карьеры и т.п.

В процессе длительного антропогенного воздействия структура и функционирование почвенного покрова трансформированы человеком, что явилось причиной развития многих деградиционных процессов, к которым относятся:

- загрязнение химическими элементами и пестицидами;
- водная и ветровая эрозия;
- дегумификация почв, которая проявляется в падении уровня плодородия;
- уплотнение и разрушение почвенной структуры пахотных горизонтов;
- засоление, осолонцевание, подщелачивание почв;
- заболачивание;
- опустынивание.

#### Материалы и методы исследования

Традиционная организация территории, сложившаяся в условиях жесткого планирования структуры посевных площадей, привела к существенному, в большей части негативному, изменению природных ландшафтов, в особенности таких его компонентов, как почвенный покров и гидрология.

В целом степень этого изменения зависит от распаханности территории, характера ее освоения, природной зоны, особенностей ландшафтов и почв. В частности, в результате массового вовлечения в активный сельскохозяйственный оборот земель степной зоны получил развитие комплекс процессов, известный под названием «антропогенная аридизация». Такого рода эффект антропогенного воздействия на степные ландшафты проявляется уже в масштабах опустынивания, которое усиливается процессами дефляции, расширением ареалов засоленных и солонцовых почв, изменением гидрологической обстановки: пересыханием малых рек, сокращением площади озер, увеличением минерализации воды в них, повышением солености грунтовых вод. При этом существенно изменяются сложившиеся в природе ландшафтно-геохимические связи, что особенно важно для засоленных ландшафтов, куда относится и Кулундинская равнина, естественная слабая дренированность которой может служить своеобразным фоном для развития процессов засоления и осолонцевания почв.

Развитие процессов водной и ветровой эрозии приводят к разрушению гумусового горизонта почв. Распашка земель ускоряет дефляционные процессы в лесостепных и степных районах, развитие которых превысило допустимый уровень выдувания мелкодисперсных частиц поверхностного гумусового горизонта, что приводит к падению уровня плодородия почв и снижению урожайности сельскохозяйственных культур (рис. 1).



Рис. 1. Схема изменения свойств почв при распашке

В крайнем своем проявлении процессы дефляции и водной эрозии совместно с засолением и дегумификацией приводят к развитию процессов опустынивания, особенно характерно это для степных районов.

Степные регионы, считавшиеся основной продовольственной базой России, в результате тотальной распашки земель охвачены процессами водной и ветровой эрозии, скотобойной деградации [1].

В результате интенсивной антропогенной деятельности почвенный покров территории претерпел значительные негативные изменения. Сокращение площадей занятых лесом, почти полная распашка почв без должного соблюдения научно обоснованных севооборотов и противоэрозионных мероприятий привели к общему иссушению территории, распылению пахотных горизонтов, развитию интенсивной дефляции плакорных почв. В результате дефляции в почвенном покрове, особенно легкого гранулометрического состава, обособились варианты слабо-, средне- и сильнодефлированных почв с пониженным уровнем плодородия.

Признавая основополагающую роль земельных ресурсов для экономического благосостояния региона, возникла необходимость в осуществлении регулярного и оперативного контроля над состоянием почв, осуществлении которого возможно лишь при проведении почвенно-экологического мониторинга.

Экологический мониторинг представляет наиболее сложную структуру постоянного слежения за состоянием природных ресурсов и экологических условий агросистемы конкретной территории.

Организация почвенно-экологического мониторинга осуществляется несколькими этапами [2]:

1. Предварительное обследование состояния почв, формы землепользования, почвенно-экологические условия территории, типы антропогенного воздействия, интенсивность, скорость и направленность изменений.

2. Организация наблюдений во времени. Поскольку все свойства почвы подвержены изменениям, как в пространстве, так и в пределах почвенного профиля, то основной задачей мониторинга является слежение за состоянием свойств почв в процессе их сельскохозяйственного использования.

3. Реализация сбора, хранения, систематизации оперативной информации, что является основой для пространственно-временного прогноза изменения состояния почв и почвенного покрова.

В качестве объекта почвенно-экологического мониторинга было выбрано одно из хозяйств Северо-Кулундинской степи

в пределах Новосибирской области, где экологическими последствиями интенсивного земледелия являются постепенное обсыхание территории, усиление дефляционных процессов, снижение запасов гумуса. Проявление этих негативных факторов привело к снижению урожайности зерновых культур до 8–9 ц/га.

Исследуемая территория является типичным представителем Северной Кулунды. Входит в состав степной природно-климатической зоны. Среднегодовое количество осадков составляет 270–300 мм, большая часть которых (150–190 мм) выпадает с мая по сентябрь, т.е. в течение вегетационного периода. Территория отличается недостаточным увлажнением (ГТК по Г.Т. Селянинову 0,7–0,8), высоким дефицитом влажности воздуха летом и частыми засухами и суховеями. Эрозионно-опасными являются ветры юго-западного направления. Число дней в мае – сентябре со средней скоростью ветра до 10 м/с равно 138, от 10 до 15 м/с – 14, более 15 м/с – 12.

Почвенный покров исследуемой территории, расположенной в пределах Северо-Кулундинской равнины, характеризуется большим разнообразием. Автоморфные почвы, к которым относятся черноземы обыкновенные и южные, используются в основном под пашней. Кормовые угодья расположены в основном на гидроморфных и засоленных почвах.

При проведении мониторинга крупномасштабное картографирование было и остается актуальным направлением в научных областях исследований. Ведение почвенного мониторинга требует базового картографического материала, на котором отражено не только выделение границ почвенных контуров, но и зафиксированы существующие нарушения или объекты, с которыми связана опасность нарушений.

Применение картографического метода исследования в мониторинге позволяет получение по картам качественных сведений и количественных характеристик явлений и процессов, а также их динамику и эволюцию во времени и в пространстве [3]. Поэтому усиливающаяся аридизация степей в результате антропогенного вмешательства диктует необходимость использования геоинформационных систем (ГИС) для картографической регистрации и прогноза изменений.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

На основе первичной информации и исходных карт (почвенной и топографической) методами ГИС-технологии были созданы производные тематические карты

агроэкологических групп, карты потенциальной урожайности пахотных угодий, электронная база данных, которая включает необходимую атрибутивную информацию. Применение ГИС-технологий при компьютерном моделировании является необходимой составляющей любой информационной системы, в которой имеются пространственные данные.

ГИС мониторинга почв проектируется как система, обеспечивающая рациональное почвосберегающее землепользование. Эта работа направлена не только на сбор максимально достоверной информации о землях, но и на решение научно-прикладных задач. ГИС мониторинга обеспечивает накопление и хранение полученной при полевых обследованиях информации, ее обработку, трансформацию, анализ для составления комплексных карт и выработки управленческих решений [4].

С этой целью при проведении почвенного мониторинга предполагается создание серии тематических карт территории землепользования (почвенные, топографические, агроландшафтные, рельефа, потенциальной урожайности, размещения севооборотов и т.п.). Цифровые тематические карты включают все основные категории землепользования (пахотные угодья, пастбища и сенокосы, леса, болота и водные участки, неудобья и населенные пункты).

Каждый почвенный контур в пределах рабочих участков, на которые разделены пахотные массивы, обладает определенной качественной характеристикой. Интегральным показателем почвенных свойств, ландшафтных характеристик и продуктивности агроценозов выступает такая величина, как средняя потенциальная урожайность (среднепогодная урожайность по пару). В качестве экономической составляющей были использованы расчеты экономических затрат и экономическая эффективность производства, выполненные в электронных таблицах.

Результирующим моментом использования вышеназванных материалов является процесс моделирования. После проектирования на экране компьютера рабочих участков с определенными для них показателями потенциальной урожайности, система обращается к электронным таблицам с экономическими показателями эффективности и выдает в качестве отчета количественные результаты эффективности использования этих участков для двух, трех- и четырехпольных зерновых севооборотов. На основе полученных данных эффективного использования экономических затрат принимается окончательное решение использования этой схемы при оптимизации землепользования.

Результатом картографического моделирования послужила карта потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур (рис. 2).

В современных условиях ГИС может являться инструментом для построения динамики или прогноза явлений, информационной основой (БД) для изучения и управления в регионе, основой для построения моделей или экспертных систем [5].

Использование ГИС технологии при моделировании систем землепользования позволяет проводить оценку современного состояния и осуществлять комплекс мероприятий по охране и рациональному использованию почв.

Полученные в результате мониторинга данные об измененности территории под влиянием того или иного вида хозяйственного воздействия на уровне экспертных оценок позволяют лишь в приближенном виде выделять на карте районы относительного неблагополучия. Поэтому наиболее объективной основой для диагностики предполагаемых изменений представляют карты землепользования, где каждый картографический выдел (почвенный или топографический) охарактеризован видом и степенью антропогенной нагрузки.

Сложившиеся негативные экономические трудности в сельском хозяйстве в условиях высоких антропогенных нагрузок привели к развитию процессов деградации почвенного покрова. В связи с существенно обостряющимся экологическим кризисом важнейшее значение приобретает разработка методологических подходов использования геоинформационных технологий в целях оптимизации землепользования и реабилитации деградированных территорий, картографической регистрации и прогноза изменений [4].

### Заключение

Таким образом, использование картографического подхода при проведении почвенно-экологического мониторинга позволяет:

- выявить негативные факторы, как природные, так и антропогенные, влияющие на состояние почвенного покрова сельскохозяйственных угодий;
- создавать цифровые тематические карты с использованием геоинформационных технологий;
- исследовать функциональные зависимости между компонентами агроландшафта (почвами, УГВ, степень засоления и т.п.);
- на основе экономических, почвенных и ландшафтных показателей проводить моделирование потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур конкретных севооборотов;

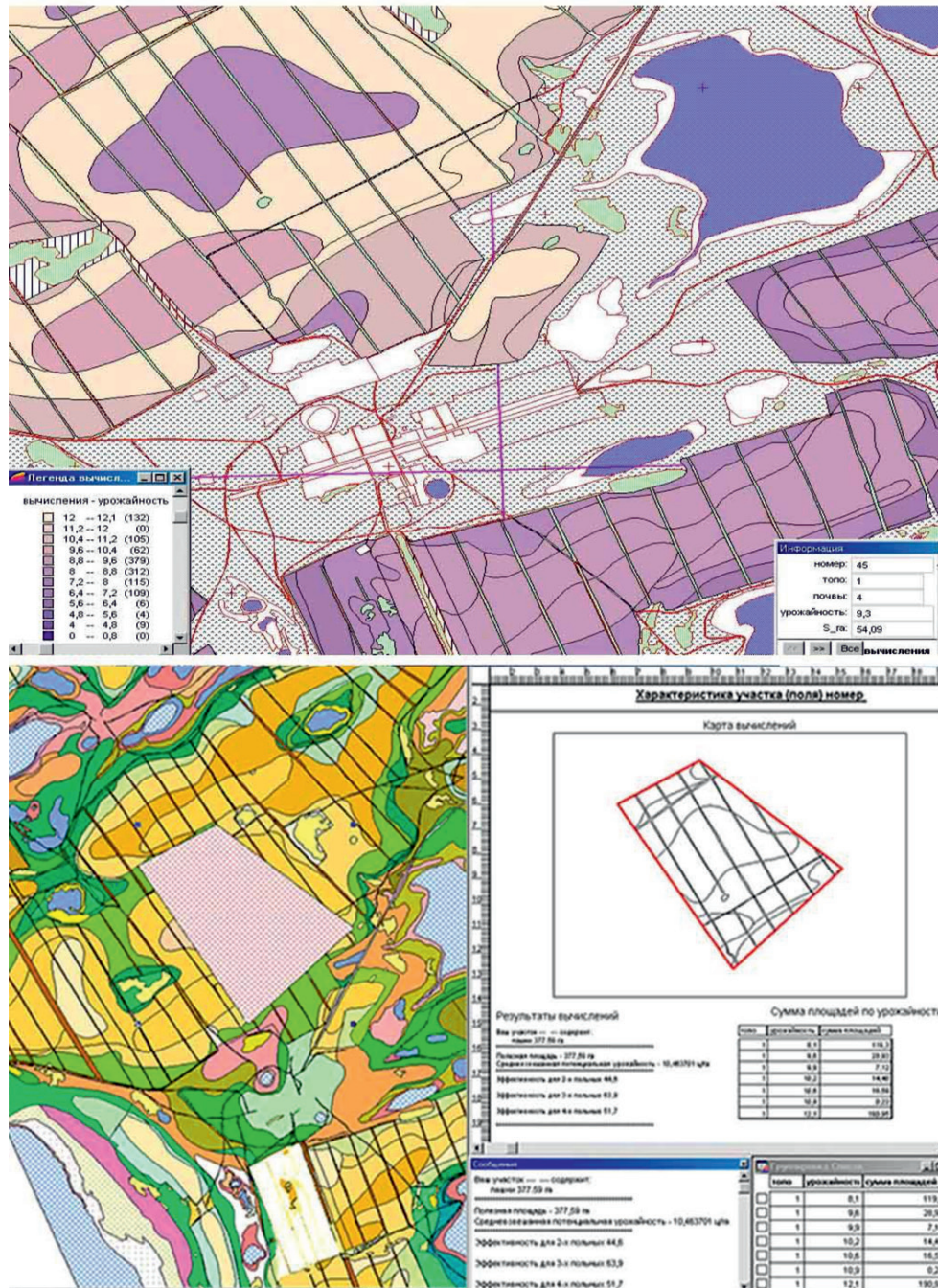


Рис. 2. Фрагмент карты потенциальной урожайности территории Северной Кулдунды

– на основе полученных данных давать научное обоснование при принятии управленческих решений.

#### Список литературы

1. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирования агроландшафтов. М.: Колос, 2011. 472 с.
2. Тихонова И.О. Экологический мониторинг почв: учеб. пособие. М.: «Инфра-М», 2017. 106 с.
3. Гакаев Р.А. Методы картографического исследования и этапы их формирования // Педагогика высшей школы. 2016. № 1. С. 1–4.
4. Гаджиева Э.М., Ахмедова Т.Ф. Информационная система мониторинга почвенного покрова дельтовых экосистем Терско-Слакской низменности // Мониторинг: наука и технологии. 2012. № 3. С. 64–74.
5. Степных Н.В., Нестерова Е.В., Заргарян А.М., Жукова О.А., Степных Т.В. Цифровизация управления агротехнологиями. Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2018. 43 с.