Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

5. **Nikitin Vasily**, specialist of 1 category, Institute of Technical Provision of Agriculture – branch of Federal Research Center of Agricultural Engineering of All-Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

6. **Varfolomeeva Maria**, leading researcher, Institute of Technical Provision of Agriculture – branch of Federal Research Center of Agricultural Engineering of All-Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

7. **Denisova Margarita**, Researcher, Institute of Technical Provision of Agriculture – branch of Federal Research Center of Agricultural Engineering of All-Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

The methodology, technique and model of complex assessment of ecological danger and labor protection in agricultural production, which were the basis for creation of a package of programs of digital technology of this process for use by farms in practical activity, are developed on the basis of long-term researches. The program package includes the following blocks: assessment of soil and product contamination by pesticides; assessment of soil and product contamination by heavy metals; assessment of hazard class of waste and by-products; assessment of working conditions in the workplace; assessment of ecological culture and culture of labor protection of workers and the population; assess-

ment of the level of investment in labor protection, environment and environmentally safe products; assessment of the impact of mineral fertilizers on the environment; assessment of the load of cattle on pastures and the ratio of stabilizing and destabilizing factors. The software product developed in accordance with the model of integrated assessment of the environmental and occupational safety, held a pilot production testing in JSC «Malinichi» in Pronsky district of the Ryazan region, in which deviations from the risk indicators from criterion values were determined. On the basis of the obtained data, measures to reduce the impact of negative factors on the environment are developed.

© Новиков Н.Н., Митрофанов С.В., Сорокин Н.Т., Грачев Н.Н.,
Никитин В.С., Варфоломеева М.М., Денисова М.Э.

УДК 332.332:631.1-04736

DOI: 10.31563/1684-7628-2019-52-4-48-54

Н.Н. Солодков, О.М. Молчанов

МОНИТОРИНГ ЗАРАСТАНИЯ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: геоинформационные системы; дешифрирование; неиспользуемые земли; лесостепь; Поволжье; мониторинг.

Введение. По итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи населения [4] 2016 г. общая площадь неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения составляет 97,2 млн га (44 % от общего числа сельскохозяйственных угодий). Основная доля этих площадей приходится на северные агроклиматические зоны с малоплодородными землями. Если для степи эта проблема не является острой, то в лесостепной полосе задача ввода в оборот неиспользуемых земель является актуальной задачей. С 2015 г. в Пензенской области функционирует система мониторинга и механизм вовлечения в сельскохозяйственный оборот неиспользу-

емых земель. За период 2015–2018 гг. было введено 22 тыс. га преимущественно в Мокшанском и Пензенском районах Пензенской области. Это одна из самых успешных систем в России. Основу её составляет наблюдение за состоянием сельскохозяйственных земель по данным космических снимков Goggle и Yandex с выездом на место и фотофиксацией выполненных работ.

Космические снимки высокого разрешения позволяют рассмотреть коренные изменения на сельскохозяйственных землях. Например, результаты водной эрозии, дефляции, зарастание древесной растительностью и пр. Однако выявление особенностей распространения рудераль-

ной растительности и последствия деградации почв в «естественных» цветах затруднительно. Зачастую они фиксируются только на фотоматериалах при детальном обследовании всего участка. В связи с этим такой мониторинг малоэффективен.

Использование геоинформационных систем позволяет устранить методологическую проблему. Существует множество ГИС-приложений, распространяющихся безвозмездно, а космические снимки находятся в свободном доступе в сети Internet. Например, широко используются результаты миссии Landsat 4–8, а программа немецкого производства Saga GIS позволяет обработать полученные результаты.

Целью исследования является определение интенсивности процессов зарастания неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения. В качестве объекта изучения определены два основных участка сельскохозяйственных угодий Пензенского района Пензенской области, относящихся к Вязовскому и Алферьевскому сельскохозяйственным советам. Предмет изучения – совершенствование системы комплексного мониторинга неиспользуемых земель с использованием ГИС-технологий. Для реализации поставленной цели определены следующие **задачи**: охарактеризовать состояние объектов исследования: зарастание, тип почв и геологическую основу; выявить основные процессы и скорость зарастания неиспользуемых земель; определить факторы, влияющие на изменение скорости зарастания неиспользуемых сельскохозяйственных земель.

Условия, материалы и методы исследования. Пензенская область расположена в лесостепной зоне в умеренно-теплой климатической области теплого агроклиматического района (сумма биологически активных температур более 2300 °С) умеренного увлажнения (гидротермический коэффициент менее 1,1). Среднегодовое количество осадков – 536 мм/год. На вегетационный период приходится 288 мм, при этом осадки имеют преимущественно ливневый характер [1]. Рельеф Пензенского района возвышенный и представляет собой западные отроги пластово-денудационного плато – Сурской Шишки, поверхность которой сложена песками мелового и суглинками палеогенового возраста. Почвенный покров представлен дерново-подзолами иллювиально-железистыми, серыми и черноземами глинисто-иллювиальными и миграционно-мицеллярными (в классификации почв России 2004 г.) на склонах и поверхностях водоразделов. В сентябре 2018 г. были организованы экспедиции на объекты исследования с кадастровыми номерами 58:24:0375801:162

(сельсовет Алферьевский) и 58:24:0284403:80 (сельсовет Вязовский, рисунок 1). Полевые исследования сопровождались фотофиксацией результатов и охватывали изучение общего состояния неиспользуемых земель (тип зарастания и его ботанический состав), а также определение типов почв и их краткая характеристика. Камеральные работы состояли из выбора космических снимков миссии Landsat 5–8 за 17.06.1989 г., 12.06.1996 г., 6.06.2007 г., 19.05.2007 г., 14.06.2016 г., 28.08.2018 г. Дальнейшая обработка проводилась в программе Saga GIS 7.2.0. Для оценки состояния сельскохозяйственных угодий выбрано следующее сочетание спектров Red – Near Infrared, Green – Shortwave infrared, Blue – Blue. В этом сочетании растительный покров отображается, как правило, в тонах красного оттенка (от бурого до оранжевого). Почвенный покров изображен зелеными и коричневыми тонами. Голубые оттенки свидетельствуют о вырубках, а красноватые – о восстановлении растительности. Водные объекты представлены синим цветом [11]. Для определения границ угодий добавлен слой (shape), составленный на основе данных публичной кадастровой карты [7]. Определение топографических характеристик проводилось по снимкам SRTM 45–46, по которым построены горизонталы с высотой сечения 10 м. Все космические снимки приведены в единой системе координат Transverse_Mercator.

Результаты исследования. Общая площадь выделенного участка Алферьевского сельсовета составляет 623 га. Микрорпонижения заняты ольхой черной (*Alnus glutinosa* L.) и ивой козьей (*Salix caprea* L.), а на пологих участках – молодой порослью березы бородавчатой (*Betula pendula* Roth) и сосной обыкновенной (*Pinus silvestris* L.). Травянистый покров представлен тимфеевкой луговой (*Pheum pretense* L.), лисохвостом луговым (*Alopecurus pratensis* L.), пижмой обыкновенной (*Tanacetum vulgare*). Почвы – черноземы глинисто-иллювиальные с хорошо выраженным пахотным горизонтом мощностью 10–12 см. Объект расположен в пределах северо-восточного участка пластово-денудационной возвышенности на высоте 250–270 м с уклоном менее 1°. На снимке травянистый покров представлен так называемым «карибским» зеленым (Red – 28, Green – 197, Blue – 136), а молодые деревья – от светлой до коричневой охры (Red – 159, Green – 93, Blue – 35). Расчет топографического индекса увлажненности показывает, что переувлажненные участки отмечены темно-охристым (заняты тальником и ольшаником) и светло-коричневым цветом (заняты древесной растительностью – березой и сосной).

Участок кадастровый номер 58:2460375801:162
(Пензенская обл., р-н Пензенский, с/с Алферьевский)

Участок кадастровый номер 58:24:0284403:80
(Пензенская область, р-н Пензенский, с/с Вязовский)

Условные обозначения:

■ - границы земельных участков

Горизонтالي построены на основе данных радиолокационной топографической миссии SRTM_45 и SRTM_46. Высота сечения рельефа 10 м.

Исходный снимок Landsat: LC08_L1TP_173023_20180828_20180911_01_T1.

Последовательность наложенных каналов:

Red - band 5 (Near Infrared)

Green - band 6 (Shortwave Infrared 1)

Blue - band 2 (Blue).

Рисунок 1

Фрагменты космических снимков объектов исследования в спектральной обработке

Площадь исследованного участка Вязовского сельсовета – 186,57 га. Абсолютные высоты изменяются от 208 м. н. м. до 248 м. н. м. При этом восточная часть участка приурочена к западному склону возвышенности, где уклоны увеличиваются до 4°. Здесь же отмечается наибольшее залесение. Покрытые лесом участки ранее не распахивались, что отражает противоэрозионные мероприятия, проводимые в прошлом. Древесная растительность изображена на снимке ярко красно-оранжевым цветом и его оттенками (Red – 231, Green – 57, Blue – 22) и представлена березой бородавчатой (*Betula pendula* L.). Злаковое разнотравье состоит из типчака (*Festuca valesiaca* L.) и лисохвоста лугового (*Alopecurus pratensis* L.). Собственно пашня на поверхности имеет пахотные борозды, заросли бурьяна, который отображается в оттенках каштанового цвета (Red – 189, Green – 90, Blue – 87). Ботанический состав включает щавель курчавый (*Rumex crispus* L.), одуванчик лекарственный (*Leontodon taraxacum* L.), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* L.), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* L.). Местами встречаются группировки молодой поросли *Betula*, *Prunus padis* L., *Malus sylvestris* L., а также *Astragalus arenarius* L. и *Picea abies* L. на опесчаненных участках, которые отображаются на

снимке коричневато-оранжевым оттенком (Red – 194, Green – 77, Blue – 40). Юго-восточные склоны участка эродированы и вскрывают верхнемеловые пески кампанского яруса. Здесь распространены ксерофитные фитоценозы из моховой растительности, типчака (*Festuca* L.), солонечника мохнатого (*Galatella villosa* L.) и пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.). В расширениях эрозионных рытвин заметна рябь, которая отражает процессы дефляции. Почвы темно-серые (мощностью до 80 см) на мореных суглинках.

На рисунке 2 представлена динамика изменения площадей исследуемых участков, полученная на основе обработки данных Landsat-8 за 2013–2018 гг. Различия в общей площади участков и ареалов зарастания располагают графики на разной высоте. Однако заметен общий тренд на увеличение занимаемых площадей кустарниковой и древесной растительностью. Общая площадь земель, заросших бурьяном и древесной растительностью, исследуемого участка Алферьевского сельсовета составила 183,44 га в 2018 г. С 2013 г. этот показатель увеличился на 73,61 %. Значительно увеличились территории, занятые порослью, за изучаемый период в пределах участка Вязовского сельсовета – на 52,06 %. Так, если в 2013 г. этот показатель составлял 16,74 га, то в 2018 г. – уже 34,92 га. Следовательно, процесс зарастания развивается стремительно. Расчет среднего приращения

зарастания площадей в год участка Алферьевского сельсовета составил 3,24 га/год, а Вязовского сельсовета – 2,06 га/год. С такой скоростью полное зарастание первого участка произойдет за 136 лет, а второго – за 74 года. Вызывает интерес скачок площадей заросших земель в 2016 г. Для этого по архивным данным Гидрометцентра РФ [3] рассчитано отклонение от климатической нормы суммарной величины осад-

ков и средней температуры по месяцам и составлен график (рисунок 3). Приведенные сведения характеризуют климат 2016 года как влажный и теплый. Ранняя весна принесла с собой избыток влаги. Влажное и прохладное лето позволило растениям увеличить вегетационную массу травянистой растительности. В сумме это повлекло сдвиг в красновато-оранжевые оттенки на снимках Landsat-8.

Рисунок 2

Динамика изменения площадей, заросших древесной и кустарниковой растительностью, за период 2013–2018 гг., га

Рисунок 3

Отклонение от нормы суммарной величины осадков (мм) и средней температуры (°C) по месяцам 2016 г.

Следовательно, имеет место утверждение прямой зависимости скорости зарастания сельскохозяйственных земель древесной и кустарниковой растительностью от потепления климата, когда зимы становятся теплыми, а лето – влажным.

Выводы. В результате комплексного исследования неиспользуемых земель Пензенского района Пензенской области было выявлено следующее.

1. Наиболее опасным является зарастание земель древесной и кустарниковой растительно-

стью, поскольку требуются серьезные технические и экологические ресурсы по их рекультивации. Как правило, на таких участках встречаются мелколиственные (*Betula* L.) и хвойные (*Pinus* L.) породы, а низинные участки заняты тальником или ольшанником.

2. Ослабление антропогенного фактора не вызывает стабилизации агроландшафтов: развиваются процессы водной эрозии и дефляции. Особенно это касается участков со среднетемными темно-серыми почвами на песчаной геологической основе.

3. Зарастание сельскохозяйственных земель осуществляется по краю ареала распространения кустарниковой и древесной растительности. Скорость этого процесса для лесостепной зоны составляет 2–3 га/год. Не исключено, что этот процесс находится в прямой зависимости от площади заросших земель, что требует дальнейших исследований и достоверной выборки объектов исследования.

4. На скорость зарастания влияет потепление климата. Чем более теплым становится

зима, влажным и прохладным лето, тем с большей скоростью сельскохозяйственные земли занимаются бурьяном, древесной и кустарниковой растительностью.

5. Использование спутниковых данных в сочетании с геоинформационной обработкой позволило автоматизировать процесс зарастания на неиспользуемых землях. Оптимальной для дешифрирования оказалось сочетание спектров Red – Near Infrared, Green – Shortwave infrared, Blue – Blue. Кустарники дают оттенки оранжевого цвета, хвойные – буроватых тонов, а древесная растительность – переход в красноватые цвета. При этом необходимо делать поправки на сезон: ранней весной и осенью с учетом малой облиственности оттенки приближаются к буроватому цвету, что сближает кустарники и деревья в спектр хвойных.

Дальнейшее использование ГИС-технологий в исследовании неиспользуемых земель имеет большие перспективы в плане изучения эрозионно-аккумулятивных процессов, изменений почвенного покрова, рекультивации земель и пр.

Библиографический список

1. Агроклиматические ресурсы Пензенской области [Текст]: справочник // Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Куйбышев. гидрометеорол. обсерватория. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 131 с.

2. Артемова, С.Н. Трансформация лесных ландшафтов Пензенской области [Текст] / С.Н. Артемова, О.М. Уханова // Региональные аспекты географических исследований и образования: сборник статей X Всероссийской науч.-практ. конф. Пенза: ПГУ, 2014. С. 10–16.

3. Гидрометцентр России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://meteoinfo.ru/>, дата обращения: 20.02.2019.

4. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: в 8 т. [Текст] // Федеральная служба гос. статистики. М.: Статистика России, 2018. 458 с.

5. Куриленко, В.В. Эколого-геологическая и биогеохимическая оценка воздействия полигонов бытовых отходов на состояние окружающей среды [Текст] / В.В. Куриленко, И.И. Подлипский, Н.Г. Осмоловская Н.Г. // Экология и промышленность России. М.: Калвис, 2012. № 11. С. 28–32.

6. Лихачева, Э.А. Экологическая геоморфология [Текст] / Э.А. Лихачева, Д.А. Тимофеев. М.: Медиа-Пресс, 2004. 240 с.

7. Публичная кадастровая карта России [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://публичная-кадастровая-карта.рф>, дата обращения 15.09.2018.

8. Солодков, Н.Н. Геосистемы Ахунского лесничества [Текст] / Н.Н. Солодков, С.С. Ухмакова, А.А. Яшин, И.И. Казаков, Е.А. Ошкина // Региональные аспекты географических исследований и образования. Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 210-летию со дня рождения уроженца Пензенской губернии, исследователя Русской Америки Л.А. Загоскина / Под редакцией Н.А. Симаковой, С.Н. Артемоной. Пенза: ПГУ, 2018. С. 90–93.

9. Солодков, Н.Н. Ландшафтоведение [Текст] / Н.Н. Солодков, А.И. Чурсин. Пенза: ПГУАС, 2017. 100 с.

10. Шишов, Л.Л. Классификация и диагностика почв России [Текст] / Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

11. Quinn J.W. Portland state university education [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://web.pdx.edu/~emch/ip1/bandcombinations.html>, дата обращения 10.02.2019.

Сведения об авторах

1. **Солодков Николай Николаевич**, ORCID: 0000-0003-4357-1973, кандидат географических наук, доцент кафедры землеустройства и геодезии, ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет

архитектуры и строительства, 440028, Пензенская область, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 28, к. 2, тел.: +7 (8412) 92-93-75, вн. 11-70, e-mail: niconsol@yandex.ru.

2. **Молчанов Олег Михайлович**, студент 4 курса направления подготовки 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 440028, Пензенская область, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 28, e-mail: molchanov-24@mail.ru.

Проблема зарастания плодородных земель лесостепной зоны требует научного решения. В связи с этим в статье представлено использование технологий геоинформационных систем вкупе с полевыми исследованиями для мониторинга зарастания неиспользуемых сельскохозяйственных земель. Отобраны два участка сельскохозяйственных земель Пензенского района Пензенской области с участками, заросшими бурьяном, молодой порослью древесной растительности и кустарниками. Дешифрирование космических фотоснимков проводилось с опорой на данные координат GPS и космических снимков Landsat-8 в спектре Near Infrared, Shortwave infrared, Blu. Методическую основу составили рекомендации по дешифрированию Портландского университета. Определена площадь распространения за 2013–2018 гг., рассчитана её скорость, которая составляет 2–3 га/год. Предложены поправки к дешифрированию космических снимков с учетом региональных осо-

бенностей. Представлен ботанический состав поросли, определен тип почв (черноземы глинисто-иллювиальные и темно-серые среднесиловые) и геология. Зарастание, как правило, определяется распространением *Betula pendula* R. и *Pinus silvestris* L. Использование топографического индекса переувлажненности позволило установить закономерности приуроченности состава растительности к локальным местам избытка и недостатка влаги. Так, на переувлажненных участках встречается *Alnus glutinosa* L. и *Salix caprea* L., возвышенные участки с выраженной аридностью заняты *Pinus silvestris* L. и *Picea abies* L. В условиях ослабления антропогенного фактора темно-серые среднесиловые почвы на песчаных породах мелового и палеогенового возраста подвержены водной эрозии и дефляции. Показана взаимосвязь между развитием процессов зарастания и потеплением климата, когда зимы становятся теплыми и снежными, а лето – прохладным и влажным.

N. Solodkov, O. Molchanov

MONITORING OF THE OVERGROWING OF UNUSED AGRICULTURAL LAND BASED ON GIS TECHNOLOGY

Key words: *geographic information systems; interpretation; unused land; forest-steppe; Volga region; monitoring.*

Authors' personal details

1. **Solodkov Nikolay**, ORCID: 0000-0003-4357-1973, Candidate of geographical Sciences, associate Professor of the Department land Management and geodesy of Penza state University of architecture and construction, 440028, Penza region, Penza, German Titov St., 28, phone: +7 (8412) 92-93-75, e-mail: niconsol@yandex.ru.

2. **Molchanov Oleg**, the student 4-th courses of a direction 21.03.02 «Land management and cadaster» of Penza University of architecture and construction, 440028, Penza region, Penza, Germana Titova St., 28, e-mail: molchanov-24@mail.ru.

The problem of overgrowing of fertile lands of the forest-steppe zone requires a scientific solution. In this regard, the article presents the use of technologies of geographic information systems in conjunction with field research to monitor the overgrowth of unused agricultural land. Two plots of agricultural land of Penza region with areas overgrown with weeds, young overgrown with woody vegetation and shrubs were selected. Space decoding was carried out based on the data of GPS coordinates, photos and satellite images of Landsat-8 in the spectrum of Near Infrared, Shortwave infrared,

Blu. Methodological framework made recommendations for classification of Portland University. The area of distribution for 2013–2018 is defined, its speed which makes 2–3 hectares/year is calculated. Amendments to the interpretation of satellite images taking into account regional features are proposed. The Botanical composition of the undergrowth is presented, the type of soil (chernozems clay-illuvial and dark gray medium) and Geology is determined. Overgrowth, as a rule, is determined by the spread of *Betula pendula* R. and *Pinus silvestris* L. the Use of topographic index of waterlog-

ging allowed to establish regularities of the composition of vegetation to local places of excess and lack of moisture. Thus, *Alnus glutinosa* L. and *Salix caprea* L. are found in waterlogged areas, elevated areas with pronounced aridity are occupied by *Pinus silvestris* L. and *Picea abies* L. In the conditions of weakening of anthropogenic factor dark gray me-

dium-soils on sandy rocks of Cretaceous and Paleogene age are subject to water erosion and deflation. The interrelation between the development of processes of overgrowth and climate warming, when winters are warm and snowy, and summers are cool and humid, is shown.

© Солодков Н.Н., Молчанов О.М.

УДК 631.8; 631.4

DOI: 10.31563/1684-7628-2019-52-4-54-60

Г.Н. Федотов, М.Ф. Федотова, В.С. Шалаев, Ю.П. Батырев, И.В. Горепекин

РАЗВИТИЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ТОКСИКОЗЕ ПОЧВ

Ключевые слова: аллелопатия; токсикоз почв; ингибирование почвами развития семян; оптимизация выбора культур для посева; оценка потерь урожая из-за токсикоза почв.

Введение. Почва представляет собой связующее звено между растениями и микроорганизмами. Ее высокая сорбционная способность приводит к накоплению большого количества биологически активных соединений, в том числе и токсинов [1–4]. Способность почв подавлять развитие растений известна довольно давно. Еще Н.А. Красильников исследовал несколько тысяч незагрязненных поллютантами образцов подзолистых почв и установил, что практически все они обладали токсичностью не только по отношению к высшим растениям, но и к микроорганизмам, в частности к азотобактеру [2]. Существует несколько механизмов образования токсичных для растений веществ. Они выделяются фитопатогенами (для снижения иммунитета растений) [5], растениями (для борьбы с конкурентами) [3, 6–8], из разлагающихся в почве растительных остатков [3, 5, 6] и вырабатываются микроорганизмами, разлагающими растительные остатки [2–4, 6, 9]. Также к появлению в почве токсичных соединений приводят воздействия на почву, меняющие ее микробиологический состав, деградация [10, 11] или избыточное использование минеральных удобрений [9, 12]. Токсикоз почв воздействует угнетающим образом на прорастание семян и развитие растений в ювенильной фазе [1, 3]. Следует также отметить, что растения обладают разной толерантностью к аллелотоксинам [7, 8]. Практически значимую информацию в этом случае можно получить, только оценивая развитие в почвах семян тех культур, которые предполагают в них сеять.

Необходимо отметить, что исследование химического состава почв не позволяет одно-

значно определять наличие токсикоза у почв и его величину. Связано это с тем, что токсины во многих случаях представляют собой смесь различных веществ. Часть из них является нетоксичными, но они могут значительно усиливать действие токсинов (например, глюкоза) [3]. В других случаях, даже если концентрация каждого из токсинов ниже порога ингибирования, их смесь обладает значительным ингибирующим эффектом [3]. В связи с этим на настоящий момент основными способами изучения токсикоза почв являются методы биотестирования [3, 6–8].

Целью исследований было получение количественной информации об ингибировании развития семян различных культур и сортов в конкретных почвах при помощи лабораторной экспресс-методики.

Методы и материалы исследований. Исследования проводили на семенах яровой пшеницы (*Triticum*) сорта «Лиза» и «Злата», озимой пшеницы (*Triticum*) сорт «Безенчукская 380», озимого тритикале (*Triticosecale*) сорт «Немчиновский 56», ярового ячменя (*Hordeum*) сортов «Нур» и «Раушан» и озимой ржи (*Secale cereale*) сорт «Татьяна».

В работе использовали сухой отмытый речной песок с размером частиц 0,5–0,8 мм, образцы дерново-подзолистой почвы из окрестностей поймы р. Яхромы влажностью 18,1 % (после зерновых), серой лесной почвы из Тульской области (Щекинский район) влажностью 21,6 % (после зерновых), чернозема типичного из Липецкой области (Данковский район) влажностью 33,1 % (после картофеля), а также каштановой почвы из Волгоградской области (Иловлинский район) влажностью 19,3 % (залежь).