

УДК 631.42

DOI: 10.19047/0136-1694-2019-99-5-20

Ссылки для цитирования:

Мартыненко О.В., Карминов В.Н., Югай Е.С., Мутыгуллин И.Р., Онтиков П.В. Использование ГИС для агрохимической характеристики почв и засоренности полей Гребневского питомника Щелковского учебно-опытного лесхоза // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2019. Вып. 99. С. 5-20. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-99-5-20

Cite this article as:

Martynenko O.V., Karminov V.N., Yugaj E.S., Mutygullin I.R., Ontikov P.V., The use of GIS for agrochemical soil characteristics and weed infestation of Grebnevskiy nursery of Shchelkovskiy teaching and experimental forestry, Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, V. 99, pp. 5-20, DOI: 10.19047/0136-1694-2019-99-5-20

Использование ГИС для агрохимической характеристики почв и засоренности полей Гребневского питомника Щелковского учебно-опытного лесхоза

© 2019 г. О. В. Мартыненко^{*}, В. Н. Карминов^{**},
Е. С. Югай^{***}, И. Р. Мутыгуллин^{****}, П. В. Онтиков^{*****}

*Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Россия,
141005, Мытищи, ул. 1-я Институтская, 1,*

^{*}<https://orcid.org/0000-0001-8927-1082>, e-mail: martinen@mgul.ac.ru,

^{**}<https://orcid.org/0000-0002-9298-956X>, e-mail: vnk57@yandex.ru,

^{***}<https://orcid.org/0000-0003-4863-5796>, e-mail: yugaj1998@mail.ru,

^{****}<https://orcid.org/0000-0002-0922-9261>, e-mail: iskyan13@icloud.com,

^{*****}<https://orcid.org/0000-0001-5636-8603>, e-mail: opv86@mail.ru.

*Поступила в редакцию 30.05.2019, после доработки 30.06.2019,
принята к публикации 21.11.2019*

Резюме: В статье рассмотрены особенности почвенно-агрохимического обследования территории питомника с применением геоинформационных технологий. Целью данной работы являлось проведение обследования пахотных дерново-подзолистых средне- или легкосуглинистых почв территории лесного питомника, а также учета засоренности производственных площадей сорными растениями. Особенность данного исследования заключалась в том, что процесс

сбора, систематизации и обработки всей получаемой информации был ориентирован на применение современных геоинформационных технологий. Выбор точек обследования осуществлялся по согласованию с администрацией питомника и корректировался по актуальному космоснимкам. Географическая привязка точек опробования осуществлялась с применением технологий глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС) на базе мобильного приложения NextGIS (ОС Андроид). Фотофиксация полей питомника осуществлялась с применением технологий геотегирования, благодаря которым получаемую графическую информацию можно непосредственно внедрять и визуализировать в среде геоинформационной системы (ГИС). Отобранные в полевых условиях образцы анализировались в почвенной лаборатории по основным показателям почвенного плодородия. На основании полученных данных средствами ГИС были построены картограммы обеспеченности полей питомника основными элементами питания и важнейшими показателями, характеризующими состояние почвенного поглощающего комплекса (кислотность, степень насыщенности основаниями и др.). Изучение засоренности позволило получить тематическую карту, отражающую наличие сорных растений на полях питомника. Вся собранная информация была объединена в комплексную геоинформационную систему, разработанную на базе оболочки Quantum GIS. В результате на основе разработанной ГИС будет осуществляться оперативный мониторинг почвенного плодородия и информационное обеспечение реализуемой в питомнике агротехники выращивания посадочного материала.

Ключевые слова: лесные питомники, почвенное обследование, открытая геоинформационная система, засоренность полей питомника, агрохимическое обследование.

The use of GIS for agrochemical soil characteristics and weed infestation of Grebnevskiy nursery of Shchelkovskiy teaching and experimental forestry

O. V. Martynenko^{*}, V. N. Karminov^{**}, E. S. Yugaj^{***},
I. R. Mutygullin^{****}, P. V. Ontikov^{*****}

*Mytishchi branch MSTU named after N.E. Bauman,
1-ya Institutskaya Str., Mytishi 141005, Russian Federation,*

^{*}<https://orcid.org/0000-0001-8927-1082>, e-mail: martinen@mgul.ac.ru,

^{**}<https://orcid.org/0000-0002-9298-956X>, e-mail: vnk57@yandex.ru,

^{***}<https://orcid.org/0000-0003-4863-5796>, e-mail: yugaj1998@mail.ru,

*** <https://orcid.org/0000-0002-0922-9261>, e-mail: iskyan13@icloud.com,
**** <https://orcid.org/0000-0001-5636-8603>, e-mail: opv86@mail.ru.

Received 30.05.2019, Revised 30.06.2019, Accepted 21.11.2019

Abstract: The article deals with the features of soil-agrochemical inspection of the nursery area with the use of geoinformation technologies. The purpose of this work was to conduct a soil survey of arable sod-podzolic medium - or light-loamy soils of the territory of the forest nursery, as well as estimation of production area contamination with weeds. The peculiarity of this study was the fact that the process of collection, systematization and processing of all compiled information was focused on the use of modern geographic information systems. Survey points were chosen in coordination with the administration of the nursery and were precised according to the actual space images. Geographical reference of testing points was carried out using global positioning technologies (GPS, GLONASS) based on the NextGIS mobile application (Android OS). Photofixation of nursery fields was performed by means of geotagging technologies, which allow implementation of the obtained graphic information directly into the geographic information system (GIS). The soil samples collected in the field were analyzed in the soil laboratory in order to determine the main indicators of soil fertility. On the basis of the received data the cartograms were developed by means of GIS, which provide information on the main nutrients content in the soil of nursery fields as well as on the most important indicators characterizing the soil absorbing complex (soil acidity, degree of base saturation, etc.). The study of weed infestation allowed developing the thematic map representing the weeds propagation on the nursery fields. All collected information was combined into a comprehensive geographic information system developed on the basis of Quantum GIS shell. As a result, the developed GIS will contribute to operational monitoring of soil fertility and ensure informational support for agricultural machinery applied in the nursery for growing planting material.

Keywords: forest nurseries, soil survey, open geoinformation system, weed infestation of nursery fields, agrochemical survey.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших производственных задач лесного хозяйства в сфере воспроизводства лесов является выращивание высококачественного посадочного материала древесных и кустарниковых растений. Качество посадочного материала, его наследственные свойства во многом обуславливают продуктивность и устойчивость будущих насаждений. Для успешного лесовосста-

новления (лесоразведения) требуется значительное количество сеянцев и саженцев, выращиваемых в лесных питомниках. Эффективное выполнение мероприятий по лесовосстановлению возможно только на почвенно-типологической основе, в связи с этим на первое место выходит учет почвенно-грунтовых факторов. Особенно это становится актуальным при выращивании посадочного материала в лесных питомниках, в условиях применения интенсивной агротехники, что роднит питомниководческие хозяйства с сельскохозяйственным производством.

В настоящее время основные пути интенсификации работ в аграрном секторе находятся в области внедрения систем точного земледелия. Аналогичные подходы справедливо переносить и на организацию работ в лесных питомниках. В основе точного земледелия лежат цифровые карты полей, составляемые с помощью геоинформационных систем. Это позволяет систематизировать имеющуюся информацию о состоянии почв, а также обновлять ее, получая визуальные данные в виде различных карт и картограмм, автоматизировать учет ведения всех хозяйственных мероприятий на территории питомника, а также осуществлять информационную поддержку принятия решений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на территории Гребневского питомника Щелковского учебно-опытного лесхоза МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Лесной питомник площадью 33 га расположен в северо-восточной части Московской области на территории Щелковского административного района в 11-м квартале Свердловского участкового лесничества. Питомник обеспечивает посадочным материалом лесокультурное производство в Щелковском и других хозяйствах Подмосковья; в ассортименте преобладают хвойные породы, наиболее часто используемые при лесовосстановлении.

Программа работ предусматривала проведение почвенно-агрохимического обследования полей питомника с использованием ГИС-технологий (закладка и морфологическое описание разрезов, отбор образцов для определения физических, физико-химических и химических свойств почвы), проведение топосъемки территории питомника, определение степени засоренности по-

лей питомника. Вся собранная информация оцифровывалась и объединялась в единую геоинформационную систему.

Географическая привязка точек почвенного обследования, точек топосъемки рельефа, а также полей питомника осуществлялась с помощью GPS/ГЛОНАСС навигации и мобильного приложения NextGIS ([Карминов и др., 2018](#); [Максимова и др., 2016](#)).

В почвенной лаборатории МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана для отобранных почвенных образцов были определены основные физические (плотность, плотность твердой фазы, влажность), химические и физико-химические свойства почв (актуальная, обменная, гидрологическая кислотность, сумма обменных оснований, емкость поглощения катионов, степень насыщенности основаниями, содержание доступных форм азота, фосфора и калия, содержание гумуса).

В качестве программного обеспечения для создания ГИС питомника была выбрана система Quantum GIS. Quantum GIS (QGIS) – это бесплатная кроссплатформенная система с открытым кодом. Она поддерживает широкий спектр векторных и растровых форматов, отличается удобным русифицированным интерфейсом и наличием большого количества доступных методических материалов. Кроме того, QGIS напрямую связана с мобильным приложением NextGIS Mobil, так как это родственные разработки. Для получения геопривязанной топоосновы применялась программа SAS.Планета – одна из лучших программ среди тех, что позволяют получать геопривязанные картографические материалы из большого количества открытых источников в сети Интернет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во время полевого этапа исследований было установлено, что почвы питомника относятся к пахотным дерново-подзолистым средне- или легкосуглинистым.

При разработке геоинформационной системы важнейшей задачей является размещение всех пространственных объектов в выбранной системе координат. Для этого необходимо иметь некую базовую карту, имеющую географическую привязку, относительно которой можно размещать требуемые объекты. В качестве такой основы был использован космоснимок оператора

DigitalGlobe, полученный с сервиса Яндекс с помощью специализированной программы SAS.Планета. Непосредственно сама работа по созданию и наполнению геоинформационной системы осуществлялась в программе Quantum GIS. В качестве формата представления ГИС-данных был выбран формат Shape-файлов. Это один из наиболее распространенных форматов представления геопривязанных векторных данных, имеющий самую широкую поддержку среди соответствующего программного обеспечения. Разработанная структура базы данных, сопоставленной с пространственной информацией, включала в себя данные о названии почвы, ее гранулометрическом составе и материнской породе. Непосредственно построение почвенного плана осуществлялось методом интерполяции в зависимости от генезиса и морфологии почв, гранулометрического состава и рельефа местности ([Щепашенко и др., 2007](#)). Полученный почвенный план представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Почвенный план части территории Гребневского питомника.

Fig. 1. Soil plan of the territory of the Grebnevskiy nursery.

При определении степени засоренности полей питомника ([Мазиров, Корчагин, 2009](#); [Югай и др., 2018](#)) было выяснено, что наибольшее видовое разнообразие имеют многолетние сорные растения, наиболее часто встречаемыми сорными растениями яв-

ляются одуванчик лекарственный, тимopheевка луговая и трехреберник непахучий (табл. 1) ([Шанцер, 2007](#)).

Таблица 1. Распределение растений на биологические группы

Table 1. Classification of weeds into various biological groups

Биологическая группа		Название сорняка (латинское название)	Степень засоренности по А.И. Мальцеву
Многолетние	Эфемеры	Звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> L.)	2
	Яровые ранние	Полевичка малая (<i>Eragrostis</i> Wolf.)	2
		Галинсога мелкоцветковая (<i>Galinsoga</i> Ruiz et Pav)	2
	Яровые поздние	Ежовник обыкновенный (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.)	2
		Гречиха татарская (<i>Fagopyrum tataricum</i> L.)	2
	Зимующие	Пастушья сумка (<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.)	2
		Трехреберник непахучий (<i>Tripleurospermum inodorum</i> L.)	2
		Незабудка полевая (<i>Myosotis arvensis</i> L.)	2
		Фиалка трехцветная (<i>Viola tricolor</i> L.)	2
	Озимые	Метлица полевая (<i>Apera spica-venti</i> L.)	3
Многолетние	Корнеотпрысковые	Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i> L.)	2
		Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	2
		Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> W.T.Aiton.)	2
		Мышиный горошек (<i>Vicia cracca</i> L.)	2

Многолетние	Ползучие	Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> L.)	2
		Люпин ползучий (<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.)	2
		Лютик ползучий (<i>Ranunculus repens</i> L.)	2
	Корневищные	Хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L.)	2
		Вейник наземный (<i>Calamagrostis epigejos</i> L.)	2
		Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.)	2
		Гравилат городской (<i>Geum urbanum</i> L.)	2
	Стержнекорневые	Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	2
		Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> L.)	2
		Полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.)	2
		Василек луговой (<i>Centaurea jacea</i> L.)	2
	Мочковатые	Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)	2
		Щучка дернистая (<i>Deschampsia cespitosa</i> L.)	2
Тимофеевка луговая (<i>Phleum pratense</i> L.)		2	

Для оценки показателей плотности (рис. 2) и влажности (рис. 3) почвы исследуемых полей были сгруппированы с точки зрения их использования. Первую группу образуют поля, которые находятся в состоянии залежи. За счет активного развития травянистой растительности плотность верхнего горизонта здесь несколько ниже, но при этом варьирование по плотности довольно значительно, высокие значения влажности наблюдаются на залежных почвах, где густой напочвенный покров препятствует быстрому иссушению верхних горизонтов. В почвах второй группы, которые в настоящий момент интенсивно используются, показатели плотности несколько выше, но при этом они более однородны.

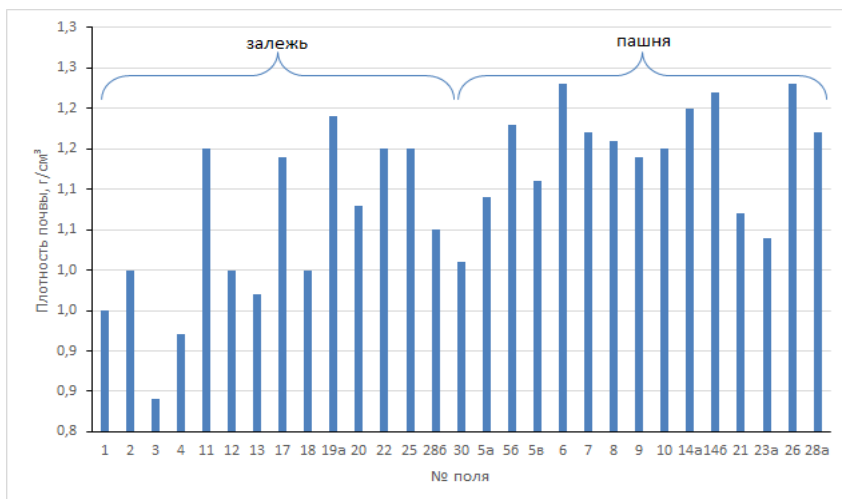


Рис. 2. Плотность почв полей Гребневского питомника.

Fig. 2. Soil density of Grebnevskiy nursery fields.

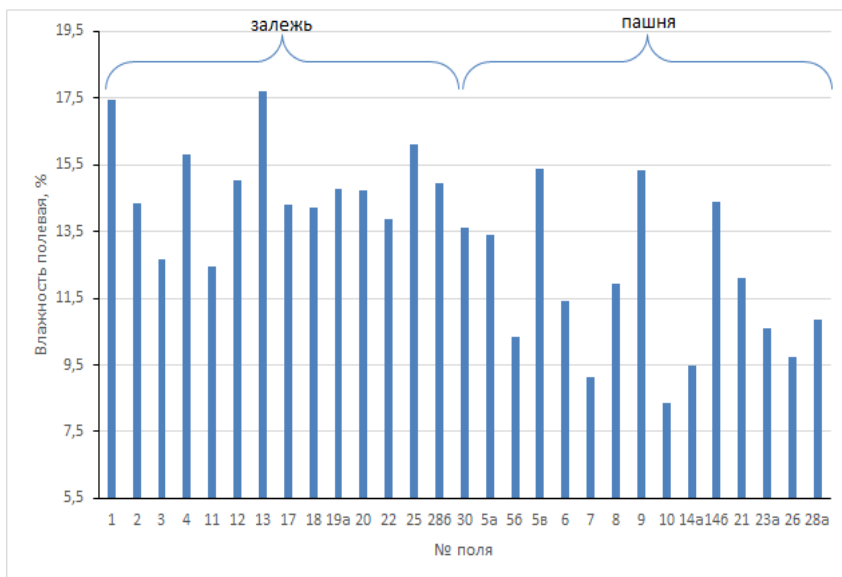


Рис. 3. Влажность почв полей Гребневского питомника.

Fig. 3. Soil moisture of Grebnevskiy nursery fields.

Изучение актуальной (рис. 4) и обменной (рис. 5) кислотности на различных полях показало, что эти показатели варьируют в достаточно широких пределах – от очень сильнокислой до слабощелочной. Чаще всего нейтральная реакция среды обнаруживалась на полях, находившихся в момент обследования в состоянии черного пара, отсюда ясно, что реализуемая в питомнике агротехника предусматривает интенсивное известкование изначально кислых дерново-подзолистых почв. Однако значительное пространственное варьирование показателей кислотности почв говорит о том, что рассеивание и заделка известковых удобрений в почву производилась недостаточно равномерно.

В соответствии со значениями обменной и актуальной кислотности происходит изменение такого важного интегрального показателя почвенного плодородия, как степень насыщенности основаниями (рис. 6). Данный показатель варьировал от 63 до 83 %, что вполне соответствует природе этого показателя и ожидаемым результатам воздействия известковых удобрений на параметры почвенно-поглощающего комплекса.

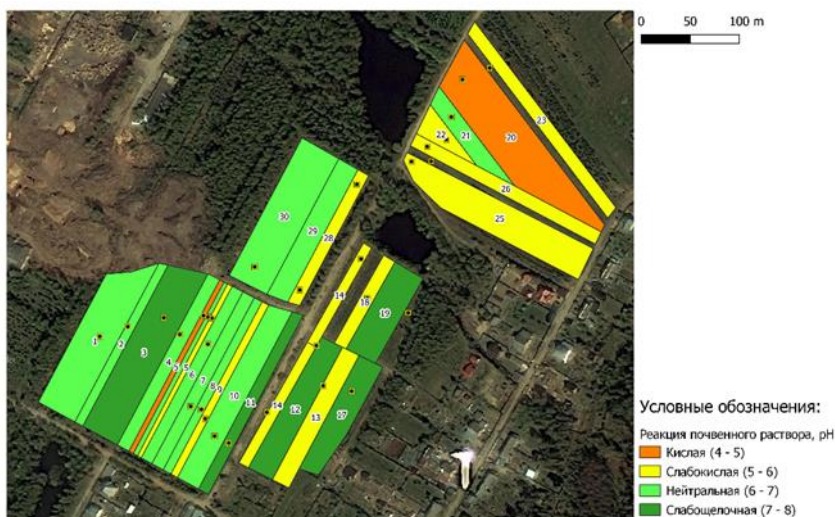


Рис. 4. Картограмма актуальной кислотности полей Гребневского питомника.

Fig. 4. Cartogram of actual soil acidity of Grebnevskiy nursery fields.

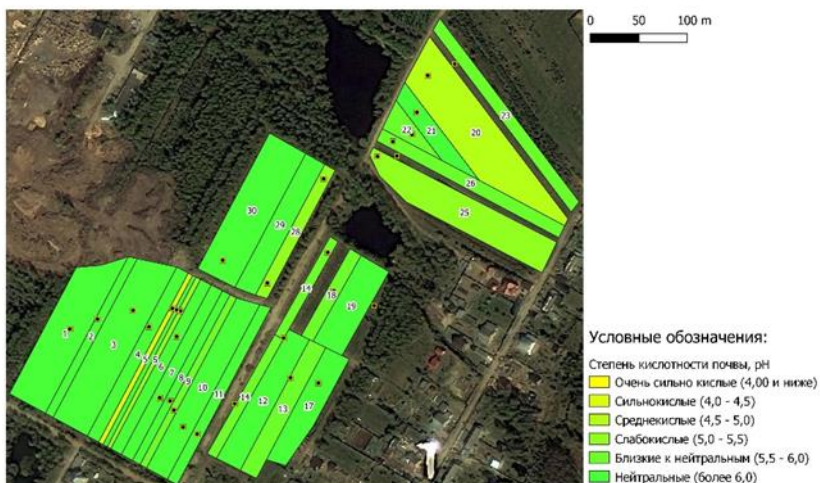


Рис. 5. Картограмма обменной кислотности полей Гребневского питомника.

Fig. 5. Cartogram of exchange soil acidity of Grebnevskiy nursery fields.

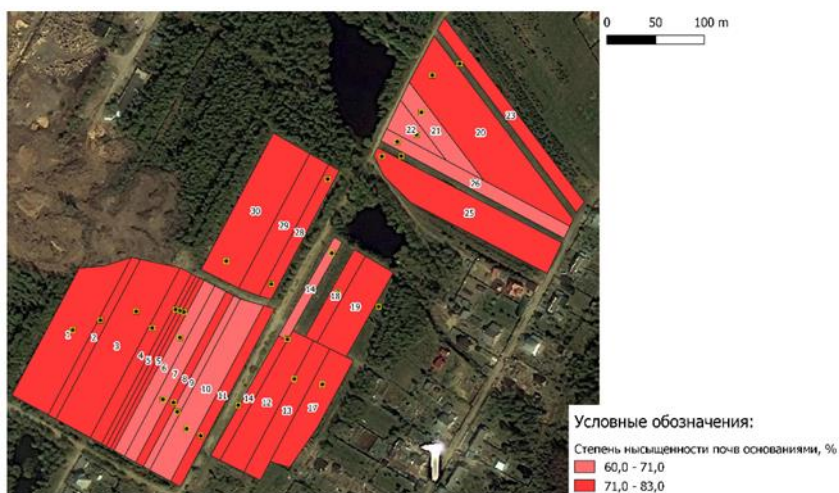


Рис. 6. Картограмма степени насыщенности основаниями полей Гребневского питомника.

Fig. 6. Cartogram of degree of base saturation of Grebnevskiy nursery soils.

Содержание основных макроэлементов в почве (рис. 7), таких как азот (рис. 8), фосфор (рис. 9) и калий (рис. 10) на залежи выше, чем на пашне. Вероятнее всего, это объясняется отсутствием на залежи выноса питательных элементов вместе с растениями во время выкопки семян и саженцев с полей питомника.

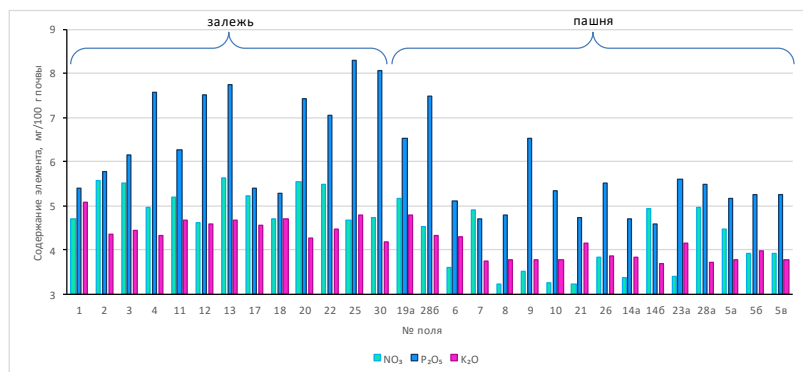


Рис. 7. Содержание основных питательных элементов полей Гребневского питомника.

Fig. 7. Cartogram of the main nutrients content in Grebnevskiy nursery soils.

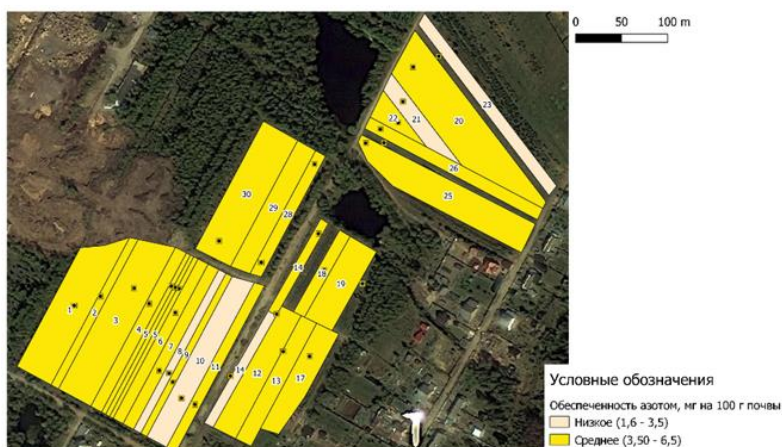


Рис. 8. Содержание азота в почве полей Гребневского питомника.

Fig. 8. The nitrogen content in the soils of Grebnevskiy nursery fields.

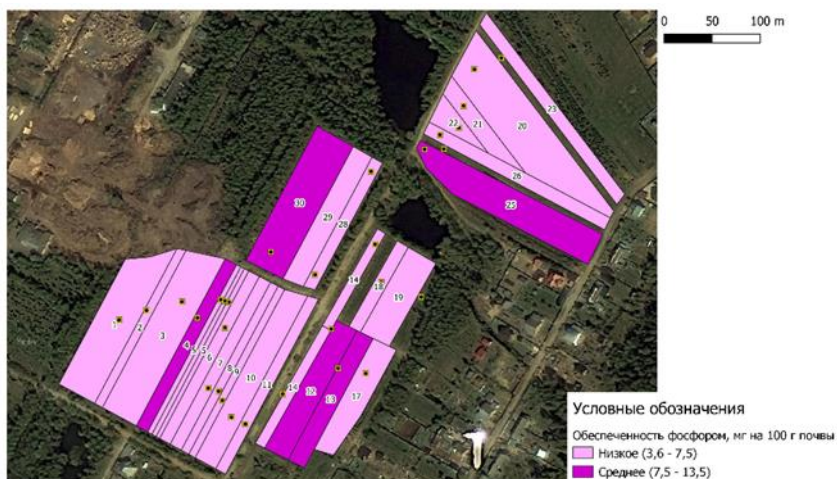


Рис. 9. Содержание фосфора в почве полей Гребневского питомника.
Fig. 9. The phosphorus content in the soils of Grebnevskiy nursery fields.

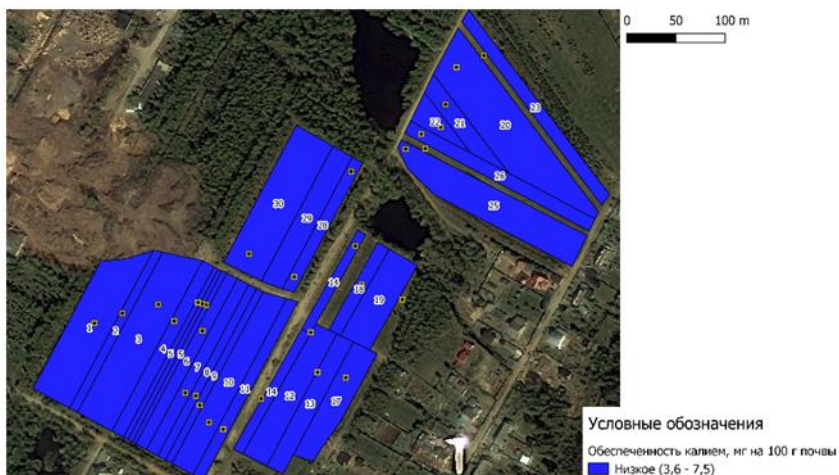


Рис. 10. Содержание калия в почве полей Гребневского питомника.
Fig. 10. The potassium content in the soils of Grebnevskiy nursery fields.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований был собран, обобщен и систематизирован обширный опытный материал, послуживший основой для создания геоинформационной системы Гребневского лесного питомника.

Выявлено, что преобладающей почвенной разностью территории питомника являются пахотные дерново-подзолистые среднесуглинистые почвы.

В результате определения степени засоренности полей питомника было выяснено, что наибольшее видовое разнообразие характерно для многолетних сорных растений, наиболее часто встречаются одуванчик лекарственный, тимофеевка луговая и трехреберник непахучий.

Полученные агрохимические данные могут быть использованы для разработки комплекса мероприятий, которые позволят существенно повысить нынешний уровень плодородия почв питомника.

На основе разработанной ГИС может осуществляться мониторинг состояния почв питомника и выполняться автоматизация учета и проведения всех хозяйственных мероприятий на территории питомника. Также она может использоваться в качестве информационной системы поддержки принятия решений и служить основой для геоинформационного блока систем точного земледелия.

Полученная ГИС позволяет в режиме реального времени генерировать большое количество тематических карт, отражающих как плодородие почв полей питомника, так и их хозяйственное использование.

Разработанная ГИС отличается удобством использования, полной русификацией, наличием обширной русскоязычной документации. При необходимости она может расширяться и дорабатываться под конкретные задачи производства и науки. Использование программных средств из класса свободного программного обеспечения позволит минимизировать расходы на внедрение данной системы в производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карминов В.Н., Мартыненко О.В., Онтиков П.В., Баранenkova А.А., Минаков Н.М. Цифровое картографирование лесных почв // Почвы и земельные ресурсы: современное состояние, проблемы рационального использования, геоинформационное картографирование. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию кафедры почвоведения БГУ и 80-летию со дня рождения В.С. Аношко. 2018. С. 162–167.
2. Мазиров М.А., Корчагин А.А. Сорные растения и меры борьбы с ними (учебная полевая практика). Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. 28 с.
3. Максимова А.Н., Мартыненко О.В., Карминов В.Н., Онтиков П.В., Минаков Н.М. Возможности ГИС-технологий для рационального использования лесных почв // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2016. Т. 20. № 1. С. 112–117.
4. Шанцер И.А. Растения средней полосы Европейской России. Полевая атлас. М.: Т-во научных изданий КМК. 2007. 470 с.
5. Щепаченко Д.Г., Карминов В.Н., Мартыненко О.В., Щепаченко М.В. Опыт совместного анализа материалов полевой почвенной съемки и данных лесоустройства на примере Щелковского УОЛХ // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2007. № 7. С. 47–49.
6. Югай Е.С., Мутыгуллин И.Р., Новиков А.В., Королькова И.О., Кузичев М.В., Саблин Г.Р., Кузнецов Б.А., Илюшкин И.С., Малышев Д.А., Мартусова Г.А., Афанасьева Т.К., Мартыненко А.С. Определение засоренности полей Гребневского питомника Щелковского учебно-опытного лесхоза // Сборник трудов Международной молодежной научной конференции “Генетическая и агрономическая оценка почв”. Международная молодежная научная конференция 3-и Вильямсовские чтения РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева. 2018. С. 87–88.

REFERENCES

1. Karminov V.N., Martynenko O.V., Ontikov P.V., Baranenkova A.A., Minakov N.M., Tsifrovoye kartografirovaniye lesnykh pochv (Digital mapping of forest soils), *Pochvy i zemel'nye resursy: sovremennoye sostoyaniye, problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya, geoinformatsionnoye kartografirovaniye* (Soils and land resources: current status, problems of rational use, geoinformation mapping), *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 85-letiyu kafedry pochvovedeniya BGU i 80-letiyu so dnya rozhdeniya V.S. Anoshko* (Proc. Intern. Conf.

Devoted to the 85-th anniversary of BGU Soil Science Department and 80-th anniversary of V.S. Anoshko), 2018, pp. 162–167.

2. Mazirov M.A., Korchagin A.A., *Sornye rasteniya i mery bor'by s nimi (uchebnaya polevaya praktika)* (Weeds and measures to control them (educational field practice)), Vladimir: Izd-vo Vladim. gos. un-ta, 2009, 28 p.

3. Maksimova A.N., Martynenko O.V., Karminov V.N., Ontikov P.V., Minakov N.M., *Vozmozhnosti GIS-tekhnologii dlya ratsional'nogo ispol'zovaniya lesnykh pochv* (Opportunities of GIS technologies for rational use of forest soils), *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoi vestnik*, 2016, Vol. 20, No. 1, pp. 112–117.

4. Shantser I.A., *Rasteniya srednei polosy Evropeiskoi Rossii. Polevoi atlas* (Plants middle zone of European Russia. Field Atlas), Moscow: T-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2007, 470 p.

5. Shchepashchenko D.G., Karminov V.N., Martynenko O.V., Shchepashchenko M.V., *Opyt sovmestnogo analiza materialov polevoi pochvennoi s'emki i dannykh lesoustroistva na primere Shchelkovskogo UOLKh* (The experience of analysis of materials of field soil survey and forest inventory data, for example Shchelkovskiy teaching and experimental forestry), *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoi vestnik*, 2007, No. 7, pp. 47–49.

6. Yugai E.S., Mutygullin I.R., Novikov A.V., Korol'kova I.O., Kuzichev M.V., Sablin G.R., Kuznetsov B.A., Ilyushkin I.S., Malyshev D.A., Martusova G.A., Afanas'eva T.K., Martynenko A.S., *Opreделение zasorennosti polei Grebnevskogo pitomnika Shchelkovskogo uchebno-opyt'nogo leskhoza* (The definition of the weed infestation of Grebnevskiy nursery field of Shchelkovskiy teaching and experimental forestry), *Sbornik trudov Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii "Geneticheskaya i agronomicheskaya otsenka pochv". Mezhdunarodnaya molodezhnaya nauchnaya konferentsiya 3-i Vil'yamsovskie chteniya RGAU-MSKhA im. K.A. Timiryazeva* (Proc. Intern. Conf. "Genetic and agronomic soil assessment", 3rd Williams Readings, Russian State Agrarian University), 2018, pp. 87–88.