

Выявление потенциальных объектов налогообложения на основе геоинформационных систем и нейронных сетей*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-S12-120-126>

РАДА А.О.

Канд. экон. наук, директор Института цифры ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: rada.ao@kemsu.ru

ТИМОФЕЕВ А.Е.

Канд. техн. наук, начальник отдела разработок Института цифры ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: a.timofeev@i-digit.ru

КУЗНЕЦОВ А.Д.

Директор Центра компьютерного инжиниринга Института цифры ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: adkuz@inbox.ru

ФЕДУЛОВА Е.А.

Доктор экон. наук,
заведующая кафедрой экономической теории и государственного управления
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: fedulovaea@mail.ru

САДИКОВ М.В.

Министр цифрового развития и связи Кузбасса,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: digital@ako.ru

Для справедливого эффективного налогового администрирования необходима качественная информационная база. Цель исследования – разработать методику выявления потенциальных объектов налогообложения для получения точных, актуальных и дешевых данных об объектах недвижимости на больших территориях в целях налогообложения с использованием геоинформационных систем и нейронных сетей. Использованы геоинформационная система (разработанная при участии авторов), результаты аэрофотосъемки с беспилотного воздушного судна, нейронная сеть «U-net» для обработки данных. Продемонстрировано, что такой программно-аппаратный комплекс позволяет в короткие сроки при низких затратах внести в геоинформационную систему точную информацию обо всех объектах недвижимости. В ходе работы в 11 городах Кемеровской области – Кузбасса на площади 1627 кв. км выявлено 20141 потенциальный объект налогообложения. Показано, что нейронная сеть значительно снижает трудовые и временные затраты при учете объектов налогообложения. Рассчитан срок окупаемости проекта по цифровому учету объектов налогообложения, который составляет менее 7 лет.

Ключевые слова: геоинформационная система, нейронная сеть, налогообложение недвижимости, распознавание образов, налог на имущество, беспилотные воздушные суда, цифровое управление, цифровой мониторинг.

Для цитирования: Выявление потенциальных объектов налогообложения на основе геоинформационных систем и нейронных сетей / А.О. Рада, А.Е. Тимофеев, А.Д. Кузнецов и др. // Уголь. 2022. № S12. С. 120-126. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-S12-120-126>.

* Работа выполнена в рамках Соглашения № 075-15-2022-1195 от 30.09.2022, заключенного между Министерством науки и высшего образования Российской Федерации и федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Кемеровский государственный университет».

ВВЕДЕНИЕ

Важная задача публичной власти – обеспечить справедливость, точность налогообложения, получить необходимый объем бюджетных доходов, не ущемляя законные права налогоплательщиков [1]. Для этого необходимы точные, полные, актуальные данные по всем объектам налогообложения, реле-

вантные информационные системы, базы данных. От их качества зависят справедливость налогообложения, соблюдение законных прав публичной власти и налогоплательщиков [2]. В большинстве стран мира местные (муниципальные) бюджеты финансируются по преимуществу за счет налогов с граждан, в частности налогов на недвижимое имущество, такое, как жилые дома, земля, здания для коммерческих целей [3]. Конкретные ставки налогов, размер налоговых платежей обычно зависят от ряда характеристик недвижимости, включая, но не ограничиваясь, площадь, конкретное месторасположение, цель использования, статус собственника, наличие льгот [4].

Поэтому важно, чтобы налоговые службы и местные власти имели исчерпывающую информацию обо всех объектах недвижимости в своей сфере деятельности. Создание и администрирование соответствующих реестров, баз данных по традиционным технологиям – сложная задача, требующая больших затрат. Нередко встречается ошибочное определение значимых для налогообложения характеристик объектов недвижимости. Это приводит или к неполному получению доходов местными бюджетами, или к ущемлению прав налогоплательщиков [5]. Также сфера недвижимости очень динамична. Собственники и пользователи могут менять границы земельных участков, покупать и продавать их, возводить новые объекты, демонтировать старые, использовать земельные участки, постройки в разных целях. Например, собственники могут не использовать по целевому назначению сельскохозяйственные земли (это нарушение закона). Могут строиться здания, которые затем не ставятся на кадастровый учет, следовательно, собственник не платит налог на имущество. Вместо проживания дома могут использоваться для коммерческой деятельности, что также приводит к неполной уплате налогов.

Местные власти и налоговые инспекции периодически обследуют объекты недвижимости, чтобы выявить несоответствия [6]. Но обследования территории с визуальным осмотром специалистами требуют больших затрат времени. Поэтому в официальных базах данных накапливается много ошибок, противоречий и неактуальной информации. Решить задачу полного и точного учета объектов недвижимости с минимальным временным лагом можно на базе цифровых технологий, включая геоинформационные системы (ГИС), аэрофотосъемку и распознавание образов с использованием нейронной сети. Вообще говоря, ГИС эффективны для решения широкого круга задач, когда необходимы пространственные данные [7].

Анализ научных публикаций свидетельствует, что фундаментальные и прикладные аспекты использования цифровых технологий для разработки баз данных по объектам налогообложения изучены в ограниченной степени. Отдельные работы рассматривают использование ГИС для учета и инвентаризации объектов налогообложения. В частности, исследование Singh et. al. рассматривает создание ГИС для одного из районов Дели [8]. В результате исследования было установлено, что размещение данных о недвижимом имуществе в ГИС позволило получить полные сведения о каждом объекте и точ-

но рассчитать налог. Было выявлено много зданий, не оформленных официально, с которых, соответственно, не уплачивались налоги. Однако ограничением этой работы являются непосредственное полевое визуальное наблюдение и ручное занесение данных в ГИС, что требует больших затрат труда. Кроме того, в нем не рассматривается вопрос об обновлении сведений относительно объектов налогообложения в ГИС.

В другой работе для наполнения ГИС использовалась аэрофотосъемка с беспилотных воздушных судов (БВС) в одном из муниципалитетов Руанды, что существенно снижает стоимость получения информации [9]. Построение ортофотопланов по данным аэрофотосъемки повышает качество данных, позволяет более справедливо установить величину налогообложения. Однако в каждой стране существуют свои правила налогообложения недвижимости, поэтому результаты исследований в других государствах не могут напрямую тиражироваться, например, в России. Процесс создания ГИС для целей налогообложения во многих странах затруднен из-за неопределенности их правового статуса для принятия решений публичной властью, низкой цифровой компетентности местного самоуправления, отсутствия системного подхода к информационному наполнению ГИС [10]. Тем не менее большинство авторов солидарны в том, что ГИС повышает качество информации и сбор налогов [11, 12].

Следовательно, эффективные для целей налогообложения ГИС должны учитывать национальное налоговое законодательство, чему пока не уделено внимание в российских исследованиях. Хотя использование БВС позволяет значительно снизить затраты, в существующих исследованиях не решен вопрос об автоматической обработке полученных данных. Ручная обработка снимков дистанционного зондирования Земли требует очень больших затрат. В этой ситуации авторы предлагают использовать технологию распознавания образов на основе нейронных сетей. Потенциал таких сетей для решения задач, связанных с землепользованием, например, распознавание сорняков, очень велик [13]. Поэтому цель исследования – разработать методику выявления потенциальных объектов налогообложения для получения точных, актуальных и дешевых данных об объектах недвижимости на больших территориях в целях налогообложения с использованием ГИС и нейронных сетей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании использована геоинформационная система, разработанная в Институте цифры Кемеровского государственного университета при участии авторов. Это система приложений в форме веб-сервиса на единой платформе пространственных данных, которая предоставляет пользователям максимально полную и точную информацию по расположению и состоянию объектов управления на территории региона. Разработанная система, в отличие от ГИС, представленных в цитированных ранее исследованиях, носит комплексный характер. В нее вносятся данные не только об объектах недвижимости, но и о лесах, участках недр, линиях

электропередачи, сейсмических событиях и др. Для заполнения данных об объектах в системе использованы результаты аэрофотосъемки с БВС, что позволило существенно снизить стоимость работ. Наряду с этим аэрофотосъемку можно проводить ежегодно, чтобы данные в ГИС были актуальными.

Результатом аэрофотосъемки является цифровой двойник города. Это высокоточная картографическая основа для принятия решений в сфере градостроительства, планировки, архитектуры, налогообложения и др. Цифровой двойник города включает геопространственные данные в виде ортофотопланов и трехмерных точечных моделей. Также он содержит данные по объектам капитального строительства и земельным участкам, которым присвоены точные географические координаты. В цифровых двойниках предусмотрено указание всех сведений о недвижимом имуществе, значимых для определения размера налога в соответствии с российским законодательством.

Непосредственно цифровой двойник города представлен в системе как ортофотоплан с разрешением 4,59 см на пиксель в масштабе 1:500, а также трехмерная точечная модель со средней плотностью 50 точек на квадратный метр. Эти данные позволяют проводить измерения и оценки в ходе кабинетных исследований вместо полевых работ. Наряду с этим в работе были задействованы существующие базы данных по объектам налогообложения (Единый государственный реестр недвижимости, Федеральная информационная адресная система, данные Бюро технической инвентаризации, автоматизированная информационная система Федеральной налоговой службы России).

Также в исследовании использована сверточная нейронная сеть с архитектурой «U-net», которая позволяет после обучения без участия человека идентифицировать характеристики объектов недвижимости, выявлять несоответствия между разными данными. Это существенно ускоряет и удешевляет поиск потенциальных объектов налогообложения, уточнение их характеристик. Для обучения сети использован метод стохастического градиентного спуска.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе исследования были задействованы оба компонента системы – ортофотоплан и трехмерные модели. На *рис. 1* представлен пример ортофотоплана.

Хорошо видно, что качество ортофотоплана находится на высоком уровне, и он дает возможность четко идентифицировать объекты. На *рис. 2* представлен пример трехмерной точечной модели здания, которая позволяет проводить геодезические измерения.

Представленных материалов достаточно для ручной обработки данных, поиска неучтенных объектов налогообложения, уточнения характеристик. Но, как частично отмечалось выше, данный процесс в исследовании был автоматизирован с использованием нейронной сети. Процесс поиска потенциальных объектов налогообложения построен следующим образом. На начальном этапе для работы нейронной сети готовятся входные данные. Они



Рис. 1. Пример ортофотоплана в геоинформационной системе

Fig. 1. An example of an orthophotomap in the geographic information system



Рис. 2. Пример трехмерной точечной модели здания

Fig. 2. An example of a 3D point model of a building

включают два компонента. Первый – это плитки размером 512x512 пикселей из ортофотоплана города (трехканальное RGB-изображение). Пример плитки представлен на *рис. 3*. Как видно из представленного изображения, на нем четко идентифицируются постройки и земельные участки.

Второй компонент – это черно-белая маска цифровой модели, с которой будет работать нейронная сеть, то есть одноканальное изображение, на котором обозначены координаты объекта недвижимости. Эти маски использовались для обучения нейронной сети. Пример приведен на *рис. 4*.

После обучений нейронной сети она имеет возможность точно идентифицировать, в частности, объекты капитального строительства. Пример обнаружения построек на ортофотоплане показан на *рис. 5*.



Рис. 3. Пример RGB-снимка из ортофотоплана, подготовленного для работы нейронной сети
 Fig. 3. An example of an RGB-image from the orthophotomap, prepared for the neural network

На следующем этапе исследования проводятся уточнение и корректировка характеристик всех объектов недвижимости. Для этого с помощью искусственного интеллекта определяются координаты центроида, соответствующего очертаниям здания. Затем проводится приведение к единому стандартному виду адресов зданий. Далее все существующие базы данных (Единый государственный реестр недвижимости, Федеральная информационная адресная система, данные Бюро технической инвентаризации, автоматизированная информационная систе-

ма Федеральной налоговой службы России) были наложены на сведения из Системы, чтобы выявить ошибки и несоответствия. В результате было обнаружено большое число искаженных данных.

К наиболее распространенным ошибкам относятся: отсутствие данных о местоположении и географических координатах; неточные адреса; неверное определение площади; некорректная кадастровая стоимость; некорректная форма записи сведений об объекте недвижимости полное отсутствие сведений о здании или сооружении. Последняя ошибка означает, что объект недвижимости построен незаконно, без разрешения, не поставлен на официальный кадастровый учет, его собственник не уплачивает налоги. Таким образом, в ходе исследования были выявлены и скорректированы расхождения между учетными и реальными данными.

При поиске потенциальных объектов налогообложения были обнаружены следующие типы ошибок:

- на зарегистрированном земельном участке с точно установленными границами размещена неучтенная постройка;
- на зарегистрированном земельном участке без точно установленных границ размещена неучтенная постройка;
- неучтенная постройка расположена на неучтенном земельном участке.

Рассмотрим отдельные примеры обнаружения ошибок. На рис. 6 представлено, как на земельном участке с точно установленными границами выявлена не поставленная на кадастровый учет постройка. Верхняя часть рисунка – это публичная кадастровая карта, основанная на данных Единого государственного реестра недвижимости. На ней видно, что на анализируемом земельном участке (он выделен желтым цветом) не указано никаких построек.

В то же время нейронная сеть обнаружила на ортофотоплане какую-то постройку, которая не поставлена на официальный кадастровый учет (см. рис. 6, средняя часть). Визуализация облика постройки по трехмерно-

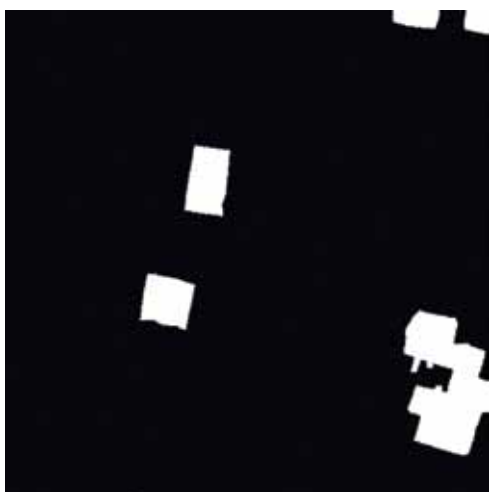


Рис. 4. Пример черно-белой маски снимка для обработки нейронной сетью
 Fig. 4. An example of the black-and-white image mask for processing using the neural network



Рис. 5. Пример обнаружения зданий и сооружений на ортофотоплане нейронной сетью «U-net»
 Fig. 5. An example of detecting buildings and structures on an orthophotomap by the U-net neural network



Рис. 6. Пример обнаружения незарегистрированной постройки на земельном участке с установленными границами

Fig. 6. An example of detecting an unregistered building on a land plot with defined boundaries

му облаку точек показала, что это здание производственного назначения (см. рис. 6, нижняя часть).

Также в ходе исследования обнаружено много законченных построек на участках без точно установленных границ (рис. 7). В верхней левой части рисунка показан фрагмент ортофотоплана с законченным жилым домом, который обнаружила нейронная сеть. В то же время на



Рис. 7. Пример обнаружения законченной постройки на участке без точно установленных границ

Fig. 7. An example of detecting a completed building on a land plot without precisely defined boundaries

публичной кадастровой карте границы участка точно не установлены, а постройка значится как незавершенная. В этом случае также имеет место неуплата налога на имущество.

На завершающем этапе исследования были сформированы карточки по каждому земельному участку и постройке с точными географическими координатами, составлен отчет по земельным участкам с потенциальными объектами налогообложения в формате «Excel» («Microsoft Office»). После этого специалистам местных органов власти, налоговой службы можно непосредственно работать с конкретными потенциальными объектами налогообложения с точными географическими координатами вместо очень трудоемких сплошных обследований местности. Таким образом, разработанная методика поиска потенциальных объектов налогообложения позволила при сравнительно небольших затратах получить полные точные сведения об объектах недвижимости в 11 городах Кемеровской области – Кузбасса, выявить незарегистрированные постройки для последующей постановки на учет.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Из результатов исследования установлено, что формирование полной, точной, актуальной информационной базы для налогообложения недвижимости возможно на основе ГИС при наличии нескольких условий. Во-первых, она должна фиксировать все значимые для налогообложения характеристики объекта в соответствии с национальным законодательством (поэтому нужны ГИС собственной разработки). Во-вторых, максимальное снижение затрат и ускорение сроков работ предполагают не только использование аэрофотосъемки с БВС, но и применение нейронных сетей для обработки данных.

При использовании такой методики авторами в 2020 г. было выявлено 12730 потенциальных объектов налогоо-

Результаты непосредственной проверки потенциальных объектов налогообложения (Новокузнецк, Кемеровская область – Кузбасс, Россия)

Results of direct verification of potential taxable assets (Novokuznetsk, Kemerovo Region – Kuzbass, Russia)

Кадастровый номер	Площадь, м ²	Кадастровая стоимость, руб.	Дата внесения	Рассчитанная сумма налога, руб.
42:30:0416018:3XX	286,2	6456294,22	08.06.2021	5328
42:30:0103004:4XX	234,4	4369494,94	22.10.2020	3437
42:30:0207052:1XX	135,0	1827960,75	02.11.2020	1151
42:30:0225027:3XX	123,7	1874460,74	29.04.2021	1117
42:30:0227025:5XX	106,7	1504243,80	13.04.2021	799
42:30:0306005:3XX	84,4	1518971,12	23.06.2021	586
42:30:0409024:5XX	78,8	1024090,32	11.03.2021	374
42:30:0227018:2XX	68,2	969301,37	16.08.2021	259
42:30:0227025:5XX	26,6	197312,68	12.04.2021	197
42:30:0210002:5XX	61,1	798338,71	13.11.2020	145
42:30:0409024:5XX	36,3	471757,34	26.01.2021	0
42:30:0409024:5XX	45,5	591321,19	13.01.2021	0

Источник: расчеты авторов.

бложения в трех городах Кемеровской области – Кузбасса: Кемерово (3473 объекта), Новокузнецк (4239 объектов), Прокопьевск (3938 объектов), Киселевск (1080 объектов). Эти цифры дают представление о масштабах строительства без разрешения и без постановки на кадастровый учет. Например, население Прокопьевска составляет около 188 тыс. человек, следовательно, одна неучтенная постройка приходится на 48 человек. Отметим, что в 2020 году велся поиск только неучтенных построек на земельных участках с точно установленными границами.

В 2021 г. исследование было тиражировано еще в 7 городах Кемеровской области – Кузбасса, площадь охвата составила 623 кв. км, было установлено еще свыше 7 тыс. объектов недвижимости, не поставленных на кадастровый учет. В целом за 2020-2021 гг. в 11 городах региона на площади 1627 кв. км выявлено 20141 потенциальный объект налогообложения. Бюджетный эффект от постановки на бюджетный учет оценивается, как минимум, в 5 млн руб. ежегодно.

В качестве примера можно привести данные по объектам в Новокузнецке (см. таблицу). Хотя непосредственные проверки потенциальных объектов налогообложения идут медленными темпами, постановка на кадастровый учет позволяет увеличить местные доходы, а также вовлечь недвижимость в деловой оборот (например, использовать ее как залог для получения кредита).

Как видно из данных таблицы, постановка на кадастровый учет только 12 построек общей площадью 1286,9 м² позволяет получать ежегодно дополнительно свыше 13 тыс. руб. местных налогов (два последних объекта принадлежат пенсионерам, которые освобождены от налога на имущество). Кадастровая стоимость зарегистрированных домов составляет около 21,6 млн руб., что увеличивает совокупные активы региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время продолжается широкое внедрение цифровых технологий в область принятия решений пу-

бличной властью, включая сферу налогообложения. ГИС используются для создания баз данных объектов налогообложения по местным налогам (строения, земля). В исследовании продемонстрировано, что ГИС будет эффективной при выявлении потенциальных объектов налогообложения, если учитывает местное законодательство, интегрирована с принятием решений, а также использует нейронные сети. При соблюдении этих факторов ГИС становятся полезным инструментом точного учета объектов недвижимости и справедливого налогообложения, а также повышают скорость учетных работ и снижают затраты на их проведение.

Использование разработанной при участии авторов геоинформационной системы, содержащей ортофотопланы и трехмерные модели местности, позволило нейросети выявить все объекты недвижимости на территории 11 городов Кемеровской области – Кузбасса. В ходе исследования установлено, что нейросеть позволяет точно идентифицировать все объекты налогообложения, уточнить все значимые для налогообложения характеристики. В существующих базах данных Федеральной налоговой службы, Единого государственного реестра недвижимости исправлены ошибки.

В 2020-2021 гг. в 11 городах Кемеровской области – Кузбасса было выявлено более 20 тыс. потенциальных объектов налогообложения, которые постепенно ставятся на учет. Распространение незаконного строительства, самовольного захвата участков, нарушение предельных параметров объекта при строительстве встречаются в регионе очень часто. ГИС и нейронные сети позволяют «навести порядок» в этой сфере, обеспечить законные права местной власти и налогоплательщиков, вовлечь активы в деловой оборот. Оценка экономической эффективности соответствующих инвестиций показала, что они окупаются менее чем за 7 лет, что вполне приемлемо для муниципальных образований.

Список литературы – см. References

Original Paper

UDC 004.93'1:336.226.2 © A.O. Rada, A.E. Timofeev, A.D. Kuznetsov, E.A. Fedulova, M.V. Sadikov, 2022
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2022, № 512, pp. 120-126
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2022-512-120-126>

Title**IDENTIFICATION OF POTENTIAL OBJECTS OF TAXATION ON THE BASIS OF GEOINFORMATION SYSTEMS AND NEURAL NETWORKS****Authors**

Rada A.O.¹, Timofeev A.E.¹, Kuznetsov A.D.¹, Fedulova E.A.¹, Sadikov M.V.²

¹Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russian Federation

²Ministry of Digital Development and Communications of Kuzbass, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Authors Information

Rada A.O., PhD (Economic), Director of Institute of Digitalization, e-mail: rada.ao@kemsu.ru

Timofeev A.E., PhD (Technics) Head of Development Department of Institute of Digitalization, e-mail: a.timofeev@i-digit.ru

Kuznetsov A.D., Director of the Center for Computer Engineering of Institute of Digitalization, e-mail: adkuz@inbox.ru

Fedulova E.A., D.Sc (Economic), Head of Department of Economic Theory and Public Administration, e-mail: fedulovaea@mail.ru

Sadikov M.V. Minister of Digital Development and Communications of Kuzbass, e-mail: digital@ako.ru

Abstract

A fair and effective tax administration requires a high-quality information base. The purpose of the study is to develop a methodology for identifying potential objects of taxation in order to obtain accurate, up-to-date and cheap data on real estate objects in large areas for tax purposes using geographic information systems and neural networks. The geoinformation system (developed with the participation of the authors), the results of aerial photography from an unmanned aerial vehicle, and the U-net neural network for data processing were used. It has been demonstrated that such a software and hardware complex allows, in a short time at low cost, to enter accurate information about all real estate objects into the geographic information system. In the course of work in 11 cities of the Kemerovo region – Kuzbass, 20,141 potential objects of taxation were identified on an area of 1627 square kilometer. It is shown that the neural network significantly reduces labor and time costs when accounting for taxation objects. The payback period of the project on digital accounting of objects of taxation is calculated, which is less than 7 years.

Keywords

Geographic information system, Neural network, Real estate taxation, Image recognition, Property tax, Unmanned aerial vehicles, Digital control, Digital monitoring.

References

- Alpanda S. & Zubairy S. Addressing household indebtedness: Monetary, fiscal or macro prudential policy. *European Economic Review*, 2017, 92(11), pp. 47–73. DOI: 10.1016/j.euroecorev.2016.11.004.
- Prichard W. Reassessing tax and development research: a new dataset, new findings, and lessons for research. *World Development*, 2016, 80(4), pp. 48–60. DOI: 10.1016/j.worlddev.2015.11.017.
- Levinson A. America's regressive wealth tax: state and local property taxes. *Applied Economics Letters*, 2021, 28(14), pp. 1234–1238. DOI: 10.1080/13504851.2020.1807458.
- Shan H. Property taxes and elderly mobility. *Journal of Urban Economics*, 2010, 67(2), pp. 194–205. DOI: 10.1016/j.jue.2009.08.004.

5. Fjeldstad O.-H., Ali M. & Katera L. Policy implementation under stress: Central-local government relations in property tax administration in Tanzania. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 24(2), pp. 129–147. DOI: 10.1108/JFMPC-10-2018-0057.

6. Manganelli B., Morano P., Rosato P. & De Paola P. The effect of taxation on investment demand in the real estate market: The Italian experience. *Buildings*, 2020, 10(7), 115. DOI: 10.3390/buildings10070115.

7. Asyakina L.K., Dyshlyuk L.S. & Prosekov A.Yu. Reclamation of post-technological landscapes: International experience. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2021, 51(4), pp. 805–818. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-805-818.

8. Singh A., Singh S.K., Meraj G., Kanga S., Farooq M., Kranjčić N., Đurin B. & Sudhanshu. Designing geographic information system based property tax assessment in India. *Smart Cities*, 2022, 5(1), pp. 364–381. DOI: 10.3390/smartcities5010021.

9. Koeva M., Gasuku O., Lengoiboni M., Asiama K., Bennett R.M., Potel J. & Zevenbergen J. Remote sensing for property valuation: A data source comparison in support of fair land taxation in Rwanda. *Remote Sensing*, 2021, 13(18), 3563. DOI: 10.3390/rs13183563.

10. Namangaya A. Practices in institutionalizing GIS for revenue mobilization: the case of secondary cities in Tanzania. *Current Urban Studies*, 2018, 6(4), pp. 559–572. DOI: 10.4236/cus.2018.64030.

11. Neene V. & Kabemba M. Development of a mobile GIS property mapping application using mobile cloud computing. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2017, 8(10), pp. 57–66. DOI: 10.14569/IJACSA.2017.081008.

12. Sullivan K.A. Brownfields remediation: Impact on local residential property tax revenue. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 19(3), pp. 1–20. DOI: 10.1142/S1464333217500132.

13. Jabir B., Rabhi L., Falih N. RNN- and CNN-based weed detection for crop improvement: An overview. *Foods and Raw Materials*, 2021, 9(2), pp. 387–396. DOI: 10.21603/2308-4057-2021-2-387-396.

Acknowledgements

The work was performed under agreement No. 075-15-2022-1195 dated September 30, 2022, concluded between the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation and the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kemerovo State University».

For citation

Rada A.O., Timofeev A.E., Kuznetsov A.D., Fedulova E.A. & Sadikov M.V. Identification of potential objects of taxation on the basis of geoinformation systems and neural networks. *Ugol'*, 2022, (512), pp. 120–126. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2022-512-120-126.

Paper info

Received November 1, 2022

Reviewed November 15, 2022

Accepted November 30, 2022