



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Кустов Михаил Витальевич

кандидат географических наук, доцент, кафедра землеустройства и ландшафтного планирования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск
mvkustov@mail.ru

Зарубин Олег Александрович

преподаватель, кафедра землеустройства и ландшафтного планирования, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск
oleg-zarubin@list.ru

Саулин Василий Александрович

студент, географический факультет, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск
saulin11@mail.ru

Авдюшкина Юлия Николаевна

студентка, географический факультет, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск
yulyaoginova98@mail.ru

Токарев Александр Александрович

магистрант, географический факультет, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева», г. Саранск
killen00@yandex.ru



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

УДК 528.8.04

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (НА ПРИМЕРЕ ЗОНЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ЮГО-ЗАПАДНОГО ШОССЕ В Г. САРАНСК)

На основе данных об интенсивности движения автотранспорта выполнен расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и построены карты рассеивания загрязняющих веществ. На основе вычисления вегетационного индекса NDVI по разновременным многозональным космическим снимкам Landsat-8 выполнена оценка состояния биомассы растительности. В результате исследования были выявлены пространственно-временные закономерности изменения фитомассы в районе исследования.

Ключевые слова: растительность, вегетационный индекс, данные дистанционного зондирования Земли, выбросы автотранспорта.

Введение. Гармонизация взаимодействия природных, социальных и производственных систем, минимизация деструктивных геоэкологических процессов, обеспечение устойчивости функционирования городской среды являются одними из приоритетных задач планирования градостроительной деятельности, оптимизации системы природопользования на территории города. Интенсификация антропогенного воздействия на окружающую среду обеспечивают динамичный характер землепользования селитебных ландшафтов. Данная ситуация актуальна для центральной Мордовии, характеризующейся активным промышленным и гражданским строительством, совершенствованием существующей транспортной инфраструктуры, проектированием новых автодорог и развязок. Как и для многих регионов, для Республики Мордовия характерно превалирование количества выбросов от передвижных источников загрязнения над выбросами от стационарных. Так, загрязнение от передвижных источников, в частности от автотранспорта, на 2016 г. составляет 74,1 тыс. т, или



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

72,6 % (по данным Министерства лесного, охотничьего хозяйства и природопользования Республики Мордовия) [1]. В составе выбросов от автотранспорта преобладают оксид углерода, общий выброс оксидов азота, углеводороды (бензин и керосин). По данным Государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды в Республике Мордовия в 2016 году [1] в период с 2012 по 2016 гг. в Саранске наметились тенденции к росту уровня загрязнения воздуха взвешенными веществами, диоксидом и оксидом азота, формальдегидом, к снижению – диоксидом серы и ртутью. В данных условиях грамотное принятие управленческих решений с целью обеспечения здоровой среды обитания должно происходить на основе непрерывного оперативного мониторинга и оценки состояния природных компонентов.

На сегодняшний день данные направления работы реализуются не только на основе полевых, маршрутных и стационарных исследований, но и при помощи анализа материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), камеральных методов обработки информации с использованием специализированного программного обеспечения, в том числе, геоинформационных систем (ГИС). Одним из ведущих направлений работы при этом является анализ причин и непосредственных проявлений пространственно-временных изменений физиономических и реципиентных природных компонентов на основе дешифрирования многозональных космических снимков.

В качестве объекта исследования выбрана часть территории г. Саранска в зоне строительства Юго-Западного шоссе, связавшего два крупных жилых района – Северо-Западный и Юго-Западный. Целью исследования является апробация методик определения влияния выбросов от автомобильного транспорта на состояние растительности в районе объекта исследования.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать изменение биомассы растительности в районе Юго-Западного шоссе г. Саранска на основе анализа данных ДЗЗ;
2. Рассчитать количество выбросов от автомобильного транспорта на участке Юго-Западного шоссе г. Саранска;
3. Построить карту изолиний рассеивания приоритетных загрязняющих веществ;
4. Определить, влияние автотранспорта на количество фитомассы на исследуемом участке.



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Материалы и методы исследования. Вычисление биомассы растительного покрова в зоне строительства автодороги проведено на основании растровых операций в ScanEx Image Processor v.4.2 с многозональными космическими снимками Landsat-8. Каждый из снимков представлен 11 каналами – монохромными изображениями в видимом, ближнем инфракрасном и дальнем инфракрасном диапазонах волн, с пиксельным разрешением от 15 до 100 метров. В качестве данных ДЗЗ были выбраны космические снимки середины вегетационного периода разных лет – 01.08.2014 г. и 06.08.2016 г. Выбор материалов исследования определен с учетом охвата временного периода до и после строительства автодороги с целью выявления возможного негативного влияния от выбросов автотранспорта на растительность. Спектральный анализ проводился на основе снимков середины вегетационного периода с минимальным разбросом дат, что позволило минимизировать влияние метеорологических особенностей исследуемого района на состояния фитомассы.

В качестве методики определения качественных характеристик растительности выбрано вычисление вегетационного индекса NDVI, предложенного J. W. Rouse и др. [2]. Расчетные значения индекса изменяются в интервале от -1 до $+1$, что является удобным для проведения качественной оценки состояния растительности. NDVI вычисляется по формуле (1):

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}, \quad (1)$$

где

NIR – коэффициент отражения излучения в заданном пикселе в ближнем инфракрасном канале;

RED – коэффициент отражения излучения в заданном пикселе в красном канале.

Интерпретация результатов основана на соотношении полученного значения с эмпирически выведенной и общепринятой шкалой [3], согласно которой растительность, обладающая наибольшей биомассой, имеет значение NDVI от 0,7 до 1, разреженная растительность от 0,4 до 0,7, растительность с низкой степенью биомассы – от 0,4 до 0,2, меньшие значения характерны для открытой почвы, воды, асфальтных и бетонных покрытий. Использование не простого отношения яркости инфракрасного и красного каналов, а



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

нормализованной разности отражений совершенствует точность измерений, позволяет минимизировать влияние третьих факторов – освещенности снимка, облачности, дымки.

Расчет количества и рассеяния выбросов от автотранспорта, как потенциального фактора, негативно влияющего на состояния растительного покрова, происходил на основе трехуровневой системы действующих в настоящее время в России методик инвентаризации выбросов от автотранспорта, разработанных Научно-исследовательским институтом автомобильного транспорта (АО «НИИАТ») [4]. По данной методике ведется учет выбросов следующих загрязняющих веществ: соединений свинца, оксида углерода, сернистого ангидрида, углеводородов и оксидов азота. Используя данные методические подходы анализируются выбросы загрязняющих веществ от грузовых и легковой автомобилей, автобусов, с учетом показателя токсичности, типа топлива и условий эксплуатации автомобилей.

Расчеты проводились с использованием программных продуктов фирмы «Интеграл». При определении количества выбросов от автотранспорта в программе «Магистраль-город» 2.0 была использована автоматизированная методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов (утверждена приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 года) [5]. Для построения карты рассеивания выбросов от автотранспорта использована методика ОНД-86 (методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ) [6]. Исходной информацией для создания карты рассеяния с учетом метеоданных по г. Саранск в пакете «УПРЗА Эколог 3.0» были результирующие данные по итогам работы в программе «Магистраль-город» 2.0.

Результаты исследования и их обсуждения. На первом этапе исследования произведен расчет биомассы растительного покрова по разновременным многозональным космическим снимкам Landsat-8. После предварительной радиометрической коррекции (пересчет показателя DN в отражательную способность) в ScanEx Image Processor v.4.2 реализован алгоритм одноканального обнаружения изменений проективного покрытия земной поверхности (рисунок 1). Данная операция применена для более точного детектирования границ участка, характеризующегося сведением растительности, с целью исключения его участия в дальнейших расчетах.



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Для оценки изменения растительного покрова был вычислен вегетационный индекс NDVI для северного участка объекта исследования (от ул. Победы до Ключаревского шоссе) до строительства автодороги и после. Значения данного индекса во временном интервале (за 2 года) изменилось с 0,722 до 0,738, что свидетельствует об увеличении количества биомассы лесной растительности.

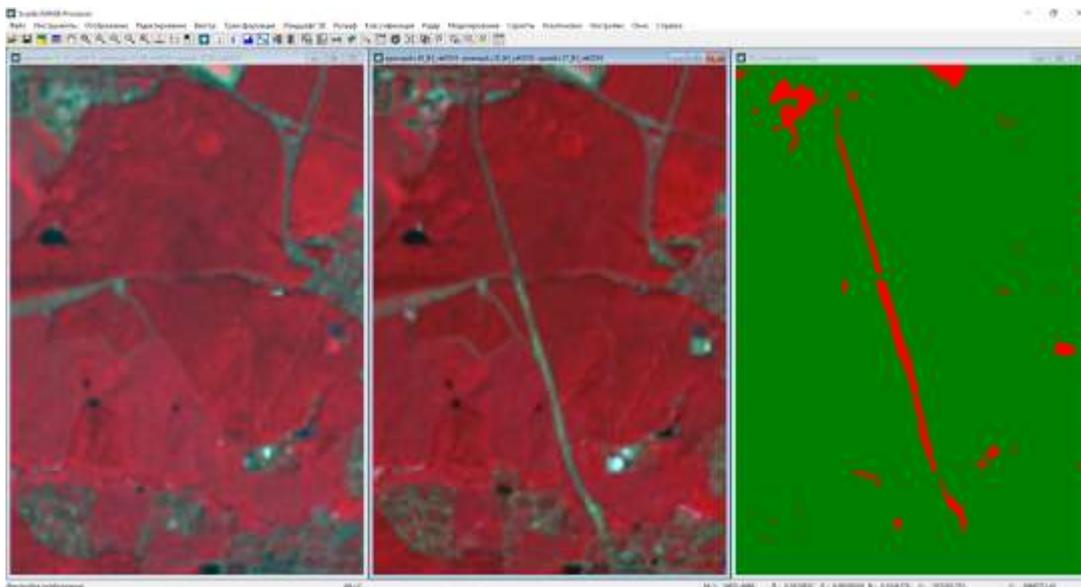


Рис. 1. Одноканальное обнаружение изменений растительного покрова в зоне строительства шоссе в программе ScanEx Image Processor

Вычисление итоговых значений индекса NDVI проводилось в границах двух участков западнее и восточнее автодороги на разном удалении. В их пределах построена итоговая карта изменения состояния растительности, на основании которой можно судить о незначительном изменении биомассы в пределах исследуемой территории (рисунок 2, таблица 1).



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

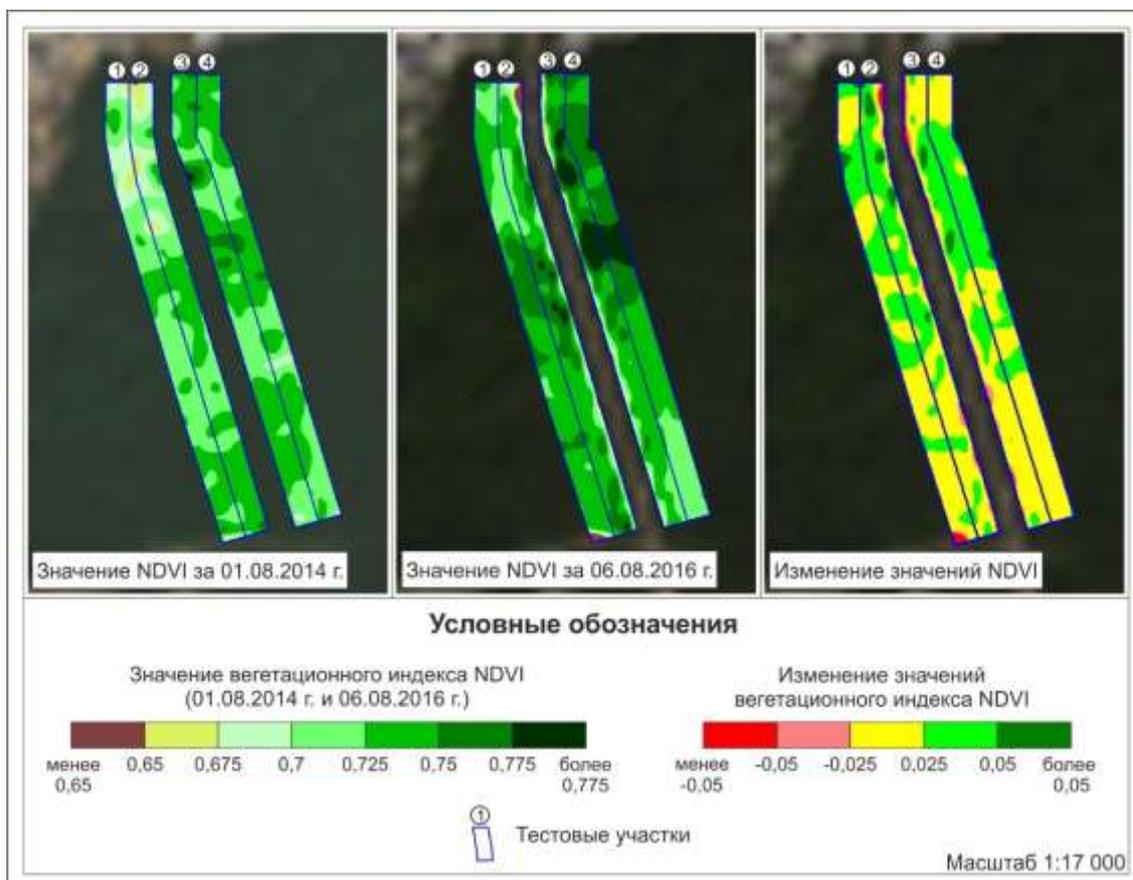


Рис. 2. Результаты анализа данных ДЗЗ в программе ScanEx Image Processor

Таблица 1. Результаты расчета вегетационного индекса NDVI в программе ScanEx Image Processor

	<i>01.08.2014 г.</i>	<i>06.08.2016 г.</i>
Участок 1	0,716	0,737
Участок 2	0,716	0,732
Участок 3	0,731	0,740
Участок 4	0,728	0,746
Участки 1 и 2	0,716	0,734
Участки 3 и 4	0,729	0,743
Все участки	0,722	0,738



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

На втором этапе проводился сбор информации о транспортной нагрузке и ее анализ. В результате расчета интенсивности движения автотранспорта на участке протяженностью 3 700 м (4 полосы) выявлены следующие показатели среднесуточного количества автомобилей (в расчете за час), ед.:

- легковые – 840;
- легковые (дизельные) – 96;
- грузовые (до 3 т) – 92;
- грузовые (карбюраторные от 3 т) – 12;
- грузовые (дизельные) – 9.

На основании проведения расчетов в программе «Магистраль-город» 2.0 были получены эмпирические данные о количестве выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта на Юго-Западном шоссе (таблица 2).

Таблица 2. Расчетные данные по выбросам от автотранспорта на Юго-Западном шоссе

<i>Название вещества</i>	<i>Выброс, г/с</i>	<i>Название вещества</i>	<i>Выброс, г/с</i>
Оксид углерода	14,075	Сажа	0,0050
Общий выброс оксидов азота	2,093	Диоксид серы	0,059
Диоксид азота	1,674	Соединения свинца	0,010
Углеводороды, бензин	1,872	Формальдегид	0,006
Углеводороды, керосин	0,049	Бенз(а)пирен	0,0000012

При анализе структуры выбросов выделено приоритетное загрязняющее вещество – диоксид азота, по значениям которого построена карта рассеивания в «УПРЗА Эколог 3.0» (рисунок 3). Моделирование рассеивания диоксида азота показало, что в центральной части автодороги наблюдается наибольший максимально-разовый выброс, концентрация которого по мере распространения уменьшается под влиянием процесса рассеивания.



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

азота в долях ПДК: на большей части исследуемой территории оно не превышает 1–1,5 ПДК. Незначительное ухудшение биомассы растительного покрова в пределах северной части придорожной территории Юго-Западного шоссе произошло в районе регулируемого перекрестка на пересечении ул. Победы и ул. Коваленко, характеризующегося наибольшим количеством автомашин. Однако сделанный вывод должен проверяться аналогичными исследованиями в последующие годы для установления устойчивого тренда.

Значимым фактором отсутствия уменьшения биомассы растительного покрова являются особенности породного состава лесных насаждений. На исследуемом участке основными лесобразующими породами являются липа, осина и дуб. Согласно опыту проведения озеленения г. Москвы [7], данные породы отличаются дымогазоустойчивостью, входят в основной ассортимент озеленения и являются рекомендуемыми для различных категорий насаждений, в том числе для магистрального озеленения.

Выводы. Дальнейший мониторинг состояния биомассы растительного покрова по материалам многозональной космической съемки, в том числе и более высокого разрешения, позволит сделать вывод о пространственно-временной динамике фитомассы. На данном этапе проведенное исследование показало, что выбросы от автотранспорта не оказали негативного воздействия на растительность исследуемого участка, несмотря на высокую интенсивность движения между двумя густонаселенными жилыми планировочными районами города. Анализ рассеивания по приоритетному загрязнителю – диоксиду азота – показал незначительные превышения ПДК в центральной части автодороги и вблизи ограничивающих ее перекрестков. В целом, концентрация загрязнителей в зоне дорожного полотна, велодорожек и прилегающих территорий находится в пределах ПДК соответствующих веществ и на данный момент не оказывает значительного влияния на состояния придорожной растительности.



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Список использованных источников

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Республике Мордовия в 2016 году / М-во лесного, охотничьего хоз-ва и природопользования Республики Мордовия; редкол.: В. Т. Шумкин, В. М. Максимкин, А. Н. Макейчев, И. А. Новиков [и др.]. Саранск, 2017. 235 с.

2. Rouse J. W., Haas R. H., Schell J. A., Deering D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS // Third ERTS Symposium, NASA SP-351. 1973. Vol. 1. P. 309–317.

3. Черепанов А. С., Дружинина Е. Г. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы // Геоматика. 2009. № 3 (4). С. 28–32.

4. Расчетные инструкции (методики) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами и дорожно-строительными машинами в атмосферный воздух. М.: Автополис-плюс, 2008. 84 с.

5. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов [Электронный ресурс]: утверждена приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 года. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

6. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86) [Электронный ресурс]: утверждена приказом Председателя Госкомгидромета СССР от 4 августа 1986 г. № 192. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

7. Методические рекомендации по применению древесных и кустарниковых видов растений, используемых в благоустройстве и озеленении г. Москвы [Электронный ресурс]: Приложение № 2 к постановлению Правительства Москвы от 27 фев. 2007 г. № 121-ПП. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

Kustov Mikhail

PhD in Geography, Associate Professor, Department of Land Management and Landscape Planning, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev Mordovia State University», Saransk

Zarubin Oleg

lecturer, Department of Land Management and Landscape Planning, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev Mordovia State University», Saransk

Saulin Vasily

student, Faculty of Geography, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev Mordovia State University», Saransk

Avdyushkina Julia

student, Faculty of Geography, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev Mordovia State University», Saransk

Tokarev Alexander

undergraduate, Geographical Faculty, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «National Research Ogarev Mordovia State University», Saransk

**SPATIAL AND TIME ANALYSIS OF CHANGING IN THE
VEGETATION CONDITION BY EARTH REMOTE SENSING DATA (ON
THE EXAMPLE OF THE BUILDING ZONE ALONG THE SOUTH-WEST
HIGHWAY IN SARANSK)**

Based on the data of the traffic intensity the calculation of emissions of pollutants into the atmosphere is made and maps of dispersion of pollutants are plotted. Based on the calculation of the NDVI vegetation index for the multi-zone space images of Landsat-8 an assessment of the state of the vegetation biomass was carried out. As a



Современные проблемы территориального развития. 2018. №3. ID 59

ISSN: 2542-2103

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 — 68371 от 30.12.2016

result of the study, the spatial and temporal patterns of the change in phytomass in the study area were revealed.

Keywords: vegetation, vegetative index, Earth remote sensing data, vehicles emissions.

© АНО СНОЛД «Партнёр», 2018

© Кустов М. В., 2018

© Зарубин О. А., 2018

© Саулин В. А., 2018

© Авдюшкина Ю. Н., 2018

© Токарев А. А., 2018

Учредитель и издатель журнала:

Автономная некоммерческая организация содействие научно-образовательной и литературной деятельности «Партнёр»

ОГРН 1161300050130 ИНН/КПП 1328012707/132801001

Адрес редакции:

430027, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Ульянова, д.22 Д, пом.1

тел./факс: (8342) 32-47-56; тел. общ.: +79271931888;

E-mail: redactor@anopartner.ru



"ПАРТНЁР"
ИЗДАТЕЛЬСТВО

О журнале

- ✓ Журнал имеет государственную регистрацию СМИ и ему присвоен международный стандартный серийный номер ISSN.
- ✓ Материалы журнала включаются в библиографическую базу данных научных публикаций российских учёных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
- ✓ Журнал является официальным изданием. Ссылки на него учитываются так же, как и на печатный труд.
- ✓ Редакция осуществляет рецензирование всех поступающих материалов, соответствующих тематике издания, с целью их экспертной оценки.
- ✓ Журнал выходит на компакт-дисках. Обязательный экземпляр каждого выпуска проходит регистрацию в Научно-техническом центре «Информрегистр».
- ✓ Журнал находится в свободном доступе в сети Интернет по адресу: www.terjournal.ru. Пользователи могут бесплатно читать, загружать, копировать, распространять, использовать в образовательном процессе все статьи.

Прием заявок на публикацию статей и текстов статей, оплата статей осуществляется через функционал Личного кабинета сайта издательства "Партнёр" (www.anopartner.ru) и не требует посещения офиса.