

*С.И. Биденко, М.Б. Шилин, Н.Е. Сердитова, П.Н. Кравченко, Е.В. Кусов, Е.Л. Бородин, С.В. Травин, М.М. Хренов, Е.С. Курбатова, А.В. Елсакова, В.В. Солнцеv, С.Н. Чурилов*

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА КОНТРОЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ (НА ПРИМЕРЕ ДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ)**

*S.I. Bidenko, M.B. Shilin, N.E. Serditova, P.N. Kravchenko, E.V. Kusov, E.L. Borodin, S.V. Travin, M.M. Khrenov, E.S. Kurbatova, A.V. Elsakova, V.V. Solntsev, S.N. Churilov*

## **GEOINFORMATIONAL SUPPORT FOR CONTROL OF ECOLOGICAL SITUATION ON THE TRANSPORT NET (ON THE ROAD OBJECTS OF TVER REGION TAKEN AS AN EXAMPLE)**

*Приведены принципы геоэкологической оценки воздействия транспортных систем на экономико-экологические системы региона. На примере территории Тверской области показаны пространственные факторы воздействия автотранспортных систем на геосреду. Даны рекомендации по снижению влияния негативных воздействий автотранспортных систем.*

*Ключевые слова: ГИС-анализ, геосреда, экономико-экологическая система, геоэкологическая оценка, экологическая ситуация, транспортная система, автодорога.*

*Principles of geoecological assessment of transport impact on economic and ecologic systems of the region are formulated. On the Tver Region taken as an example the spatial factors of impact of transport system on the geo-environment are shown. The recommendations how to decrease the negative impact of transport system are formulated.*

*Key words: GIS-analysis, geo-environment, economic- and ecological system, geoecological assessment, ecological situation, transport system, highway.*

### ***Воздействие транспортного сооружения на природную среду***

Транспортное сооружение воздействует на окружающую природную среду на всех этапах жизненного цикла, включающего проектирование, подготовительные работы, разработку карьеров, транспортирование дорожно-строительных материалов, сооружение земляного полотна, устройство дорожной одежды, содержание дороги, эксплуатацию и утилизацию транспортного сооружения [10, 11].

Основными видами воздействия в жизненном цикле автомобильной дороги на окружающую природную среду (ОПС) являются [14, 16]:

- 1) изъятие (потребление) невозобновляемых природных ресурсов (дорожно-строительные материалы, кислород, плодородный слой почвы и др.);
- 2) воздействие на ландшафт, гидрологию и климат; загрязнение компонентов окружающей среды (воздуха, воды, почвы, растительности) химическими веществами, пылью, твердыми отходами;
- 3) воздействие шума, вибрации, электромагнитных полей и ионизирующего излучения на компоненты окружающей среды; динамическое воздействие механизмов и машин на людей, животный и растительный мир [20, 21].

Источниками воздействия на окружающую среду являются дорожная сеть с движущимся транспортом, автотранспортные средства (АТС), строительно-дорожные машины и оборудование, предприятия дорожного сервиса, находящиеся в придорожной полосе, используемые материалы [17].

Характеристика негативных факторов воздействия автокоммуникации на природу приведена в табл. 1.

*Таблица 1*

**Источники и характеристики воздействия автомобильной дороги на окружающую среду**

Компонент окружающей среды, подвергаемый воздействию	Источники воздействия	Характеристики воздействия
Атмосфера	АТС, движущееся по дороге	Загрязнение воздуха выбросами отработавших газов (ОГ), продуктами изнашивания двигателей АТС и шин; загрязнение транспортным шумом
	Земляное полотно	Изменение температуры, влажностного, ветрового режима около высоких насыпей и глубоких выемок
Дорожная сеть	Дорожная одежда	Изменение интенсивности загрязнения воздуха продуктами изнашивания дорожного покрытия; дополнительное загрязнение транспортным шумом
	Дорожная инфраструктура	Загрязнение воздуха выбросами на автозаправочных станциях (АЗС) выбросами ОГ в местах остановок АТС (на объектах дорожного сервиса)
	Пересечение дорог в одном уровне	Дополнительные выбросы ОГ из-за изменения скоростного режима транспортного потока
Литосфера Ландшафт местности	Все инженерные сооружения	Изъятие территории под инженерные сооружения, карьеры, строительные площадки, подъездные пути; фрагментация территории; изменение рельефа, негативное эстетическое воздействие в течение жизненного цикла транспортного сооружения; отсутствие рекультивации или неполная рекультивация придорожных территорий при проведении ремонтных работ и работ по содержанию дороги*
Геологические условия	Земляное полотно, мостовые переходы и путепроводы	Деформации в подстилающих грунтах; эрозионные процессы в земляном полотне и на прилегающих территориях
	Дорожная одежда	Передача вибрации от АТС на прилегающие территории
Гидрологические условия	Земляное полотно	Препятствие стоку поверхностных вод; нарушение режима стока подземных вод; осушение или переувлажнение придорожных территорий
	Водопропускные и водоотводные сооружения	Эрозия русел водотоков, отводящих русел; образование оврагов; подтопление территории

Компонент окружающей среды, подвергаемый воздействию	Источники воздействия	Характеристики воздействия
Почва	Земляное полотно	Загрязнение почвы продуктами эрозии земляного полотна; загрязнение придорожной территории материалами для ремонта и содержания дорог*
	Дорожная одежда	Загрязнение продуктами изнашивания дорожного покрытия, материалами, используемыми при зимнем содержании дорог; засоление придорожных территорий при ненормативном использовании противогололедных реагентов*
	Дорожная инфраструктура	Загрязнение мусором, бытовыми отходами, нефтепродуктами
Гидросфера	Земляное полотно	Загрязнение водоемов продуктами эрозии земляного полотна
	Дорожная одежда	Загрязнение воды продуктами изнашивания дорожного покрытия и автомобильных шин, выбросами ОГ; загрязнение поверхностных и грунтовых вод из-за ненормативного использования противогололедных реагентов*
	Водопрпускные и водоотводные сооружения	Изменение скорости течения воды в водотоках; появление наносов, размывов, мутности воды
	Объекты инфраструктуры	Загрязнение поверхностного стока грязью, мусором, нефтепродуктами, бытовыми отходами
Биота Растительный мир	Земляное полотно	Изменение условий жизни из-за нарушения режима увлажнения почвы (осушение или подтопления территории)
	Дорожная одежда	Изменение плодородия почв; отложение пыли на поверхности растений; нарушение процесса фотосинтеза
	Водопрпускные и водоотводные сооружения	Изменение режима течения воды в результате подтопления (вследствие задержек воды при пропуске паводковых вод)
	Дорожная инфраструктура	Изменение условий обитания из-за переуплотнения почвы и нарушения условий стока поверхностных вод
	Придорожная полоса	Распространение вредителей и болезней при скоплении старых, больных и погибших растений на прилегающей территории; нарушение сроков и технологии рубок ухода, скашивания травы*
Животный мир	Земляное полотно	Ограничение жизненного ареала и нарушение путей миграции животных из-за большой крутизны откосов и отсутствия специальных проходов
	Дорожная одежда	Усиление транспортного шума; высокая прочность и гладкость поверхности (для копытных животных); большая ширина проезжей части, требующая значительного времени для перехода
	Водопрпускные сооружения	Изменение условий обитания рыб и гидробионтов в реках и водоемах в результате изменения водного режима и свойств воды
Человек	Все объекты	Гибель, ранения в ДТП, ухудшение условий работы и отдыха из-за загрязнения воздуха пылью, выбросами ОГ, транспортным шумом

\* производственно-технологические процессы, связанные с содержанием и ремонтом дороги.

Чувствительность компонентов ОПС к воздействию транспортного сооружения (ТС) различается в зависимости от его жизненного цикла. В табл. 2 приведены факторы воздействия на природную среду при строительстве (реконструкции) ТС.

Таблица 2

Компонент социума или природной среды	Характеристика воздействия транспортного сооружения на ОПС на этапе	
	строительства (реконструкции) дороги	эксплуатации, содержания и ремонта ТС (дороги)
Рельеф местности, ландшафт, плодородный слой почвы	Отчуждение земель под линейные сооружения и дорожные объекты (в том числе карьеры строительных материалов); сооружение земляного полотна, выемок, насыпей, мостовых переходов; наличие строительных отходов и не-санкционированных свалок, эрозийных процессов; особенно чувствительны охраняемые природные территории	
Поверхностные воды Сточные воды с поверхности дорог	Загрязнение нефтепродуктами, специальными жидкостями, взвешенными (особенно при установке опор мостов в русле реки), вяжущими и пленкообразующими веществами, смываемыми со строительных площадок	Вследствие загрязнения нефтепродуктами, противогололедными реагентами, органическими веществами (навозом, пищевыми отходами), продуктами изнашивания шин и дорожного покрытия; изменения условий стока из-за искусственного водоотвода с дорожного покрытия, трассирования дороги в выемке или на насыпи и др. Чувствительность этого компонента возрастает, если дорога пересекает водные преграды или расположена вблизи водоемов рек и т.д.
Население, животный мир, ихтиофауна	Производство взрывных работ, забивание свай, работа механизмов и машин	Вследствие превышающего санитарно-гигиенические нормы уровня шума, динамического воздействия движущихся по дороге АТС (гибель, травмирование людей, животных), уплотнения почвы и уничтожения растительности (при движении АТС по бездорожью)
Атмосферный воздух		Вследствие чрезмерного загрязнения выбросами отработанных газов (ОГ), продуктами изнашивания дорожного покрытия и шин
Археологические, историко-культурные объекты		Вибрация от движущихся АТС и содержащиеся в ОГ двигателей токсичные вещества

По уровню чувствительности природных экологических систем и среды обитания человека к воздействиям создаваемых транспортных сооружений территории разделяются на четыре уровня (табл. 3).

Основными изменениями в окружающей природной и социальной среде, вызванными воздействием транспортного сооружения, являются [10, 15, 16]:

- истощение невозобновимых природных ресурсов; изменения рельефа местности, эстетической и культурной ценности ландшафта (разрушение живописных природных ландшафтов); разрушение памятников истории, культуры, археологи;
- гидрологические, климатические изменения, то есть изменения регенеративных свойств окружающей среды, концентрации стока рек, поверхностных и грунтовых вод, микроклимата (скорость и направление ветра, температура, влажность воздуха) и взаимосвязанных с климатом экологических систем, уровня грунтовых вод. В результате возможны заболачивание или осушение придорожных территорий, деградация растительности;

Таблица 3

**Классификация территории по уровню чувствительности экологических систем  
и среды обитания человека**

Уровень чувствительности	Характеристика	
	Экологических систем	Среды обитания человека
Очень высокий	Зоны, представляющие интерес с точки зрения биоразнообразия (одновременное присутствие тощих травянистых, серых лесных и плодородных почв, плодородных луговых почв, слабо- и среднетощих травянистых почв); питьевые водные бассейны; заповедники	Города с плотной застройкой и высоким уровнем атмосферного загрязнения; зоны и объекты, представляющие археологический и (или) исторический интерес
Высокий	Заповедники, где одновременно присутствуют тощие травянистые, серые лесные и плодородные почвы; плодородные луговые почвы; слабо- и среднетощие травянистые почвы	Города с низким уровнем загрязнения
Средний	Зоны, где присутствуют тощие травянистые, серые лесные и плодородные почвы, плодородные луговые почвы, слабо- и среднетощие травянистые почвы; зоны представляющие натуралистический интерес с точки зрения флоры и (или) фауны; заливные почвы; болота	Населенные пункты
Низкий	Зоны, характеризующиеся наличием природных естественных почв и образований, не относящиеся к упомянутым категориям	Зоны, не относящиеся к упомянутым категориям

- создание неблагоприятных условий для проживания населения, обитания животных на придорожных территориях вследствие превышения нормативно установленных уровней шума, вибраций, электромагнитных и ионизирующих воздействий;
- снижение плодородия сельскохозяйственных земель, биологической продуктивности природных ландшафтов и водоемов в результате эрозии почв, эвтрофикации водоемов, загрязнения воздуха, воды, почвы токсичными веществами выше установленных санитарно-гигиенических норм. Этому способствует:
  - 1) накопление в придорожной полосе строительного, бытового мусора, отходов, загрязняющих поверхностный сток, грунтовые воды, почву, растительность (противогололедные реагенты, продукты изнашивания автомобильных шин, дорожного покрытия, минеральных частиц из-за движения АТС по бездорожью);
  - 2) потери топливно-смазочных материалов, специальных жидкостей при обслуживании и ремонте техники;
  - 3) использование при сооружении конструктивных слоев дорожного покрытия экологически опасных местных строительных материалов и отходов промышленного производства (пиритовых огарков, ртутьсодержащих отходов, каменноугольных дегтя и смол, радиоактивных пород);
- истощение генофонда популяций людей, животных, растительности в результате динамического воздействия механизмов и машин (при движении АТС), уплотнения почвы, нарушения традиционных сезонных путей миграции животных;

- из-за переформирования береговой линии, изменения сечения водотока и контуров водоемов, нарушения гидрологического режима, размывов при строительстве мостов уничтожаются нерестилища, зимовальные ямы и, как следствие, истощается ихтиофауна.

***Геопространственная оценка влияния скоростной автомагистрали Москва–Санкт-Петербург на субграницные ареалы живой природы Тверской области***

В табл. 4 и 5 на основе анализа работ [1, 10, 12, 13, 17, 21], а также данных полевых исследований для Красной книги растений и животных организмов Тверской области (в ред. 2010 и 2014 гг.), приведены характеристики природных объектов Тверской области (ООПТ и местообитания растений и животных, занесенных в Красную книгу Тверской области), испытывающих влияние скоростной автомагистрали Москва–Санкт-Петербург.

Пространственный геоэкологический анализ показал, что предполагаемая к строительству скоростная автомагистраль Москва–Санкт-Петербург окажет заметный экологический ущерб Тверской области. В зону ее воздействия попадает 18 местообитаний видов-краснокнижников, из которых особые опасения вызывают орхидные произрастающие в окрестностях деревни Добрыни (Спировский район, Тверская область).

В зону воздействия трассы попадает в общей сложности 18 особо охраняемых природных территорий, из которых 15 заказников и 3 памятника природы. Трасса непосредственно пересекает 11 государственных природных заказников и все 3 памятника природы. Таким образом, налицо прогнозирование определенного ущерба целостности существующих ООПТ Тверской области. Наибольшее воздействие на ООПТ предполагается в Вышневолоцком и Бологовском районах.

*Таблица 4*

**Особо охраняемые природные территории Тверской области, попадающие в зону воздействия скоростной автомагистрали Москва–Санкт-Петербург на участке, проходящем по Тверской области**

№	Статус*	Название	Площадь, га	Километры трассы**
Торжокский район				
1	ГПЗ	Болото Ушаковское***	582.00	н245-к249
Вышневолоцкий район				
2	ГПЗ	Болото Ивановское	191.00	с286-с288
3	ГПЗ	Болото Федовоши-Заборовское Товское	3359.00	с289-к291
4	ГПЗ	Водоохранный лесной массив вдоль р. Чамка	135.00	н290-к291
5	ГПЗ	Болото Редушки	170.00	с292-с294
6	ГПЗ	Лесные массивы вдоль Вышневолоцкого водохранилища	808.00	н297-с298
7	ГПЗ	Болото Колотовец	719.00	н311-к312
8	ГПЗ	Болото Сокольс****	129.00	с312-с313
9	ГПЗ	Лесные массивы в междуречье рек Шлина, Крупица, Лонница	4186.00	н315-н316; с317-к318

Окончание таблицы 4

№	Статус*	Название	Площадь, га	Километры трассы**
10	ПП	Лесные массивы на р. Шлина	493.00	н324-с327
11	ГПЗ	Болото Борисовское Шлинское***	854.00	с325-к325
12	ГПЗ	Болото у д. Коломно	632.00	к326-с329
Бологовский район				
13	ГПЗ	Болото Синевское-Хотиловское	1326.00	с337-к343
14	ПП	Озеро Бологое. Лес вокруг озер Бологое и Глубокое	671.00	к344-н346
15	ПП	Лес по р. Коломенка	458.00	с353-к355
16	ГПЗ	Болото Глухое***	267.00	к360-к363
17	ГПЗ	Лес вокруг оз. Березное	98.00	н361-к362
18	ГПЗ	Болото Белое	233.00	н381-к383

\* ГПЗ — Государственный природный заказник; ПП — Памятник природы;

\*\* н — начало, с — середина, н — начало;

\*\*\* ООПТ территория которых только попадет в километровую зону воздействия трассы. Территорию остальных ООПТ магистраль непосредственно пересекает.

Таблица 5

**Виды растений и животных, занесенных в Красную книгу Тверской области,  
чья местообитания попадают в зону воздействия скоростной автомагистрали  
Москва—Санкт-Петербург**

№	Вид	Местонахождение	Местообитание	Численность
Конаковский				
1	Башмачок настоящий ( <i>Cypripedium calceolus</i> )	В 1,5 км северо-западнее пл. Черничная	Ельник с примесью осины	Не указана
2	Миога европейская ручьевая ( <i>Lampetra planeri</i> )	Бассейн реки Волги	Иваньковское водохранилище	Не указана
3	Пузырчатка малая ( <i>Utricularia minor</i> )	В 2 км северо-восточнее пос. Редкино	Торфяные карьеры	Не указана
4	Хвощ пестрый ( <i>Equisetum variegatum</i> )	Канал Редкино—Волга	Берег канала, пересекающего разработанный торфяник	Численность относительно высока, местами доминирует, образуя куртины до 10 м <sup>2</sup> (1986)
5	Княженика ( <i>Rubus arcticus</i> )	Между п. Городня и п. Редкино	Торфяное болото	Не указана
Калининский				
6	Зимородок обыкновенный ( <i>Alcedo atthis</i> )	На р. Волга в районе устья р. Орша	не указано	Не указана
Торжокский				
7	Гомалия трихомановидная ( <i>Homalia trichomanoides</i> )	Окрестности д. Будово	Не указано	Не указана
8	Аномодон утонченный ( <i>Anomodon tenuatus</i> )	Окрестности д. Будово на левом берегу Тверцы	Старовозрастный елово-осиновый лес, основание стволов и старовозрастных осин. Вместе с Гомалией трихомановидной	100—400 см <sup>2</sup> на каждом дереве

№	Вид	Местонахождение	Местообитание	Численность
9	Неккера перистая ( <i>Neckera pennat</i> )	Окрестности д. Будово	Старовозрастной елово-осиновый лес на левом берегу р. Тверца, в основании ствола старой осины, вместе с <i>Anomodon attenuatus</i>	Не указана
Спировский				
10	Дремлик болотный ( <i>Epipactis palustris</i> )	Между д. Добрыни и Мышлятино	Минеротрофное болото в основании холма	Не указана
11	Бровник одноclubневый ( <i>Herminium monorchi</i> )	Окрестности д. Добрыни	Язвенниково-разнотравный луг вместе с <i>Gymnadenia conopsea</i> и <i>Orchis ustulata</i>	Не указана
12	Ятрышник обожженный ( <i>Orchis ustulata</i> )	Окрестности д. Добрыни	Сенокосный луг, язвенниково-разнотравная ассоциация	Не указана
Вышневолоцкий				
13	Кокушник длиннорогий ( <i>Gymnadenia conopsea</i> )	Окрестности д. Ильинское	Низинное болото вдоль ручья	Многочисленные скопления до нескольких сотен особей
14	Ленец альпийский ( <i>Thesium alpinum</i> )	Между оз. Бельское и Пиявочное	Не указано	Не указана
15	Келерия большая ( <i>Koeleria grandia</i> )	Между д. Никифорково и Жилотково	Ручей Лососинец, сосновые леса на песчаных почвах	Не указана
Бологовский				
16	Полушник щетинистый ( <i>Isoetes setacea</i> )	Оз. Коломиноец	Северо-восточная оконечность озера, песчаное и песчано-илистое дно олиготрофного озера	Небольшие группы
17	Дятел седой ( <i>Picus canus</i> )	Близ п. Гузятино	Не указано	Повсеместно низкая
18	Башмачок настоящий ( <i>Cypripedium calceolus</i> )	Западный берег оз. Шарово	Сосняк с березой разнотравный	Не указана

**Принципы геоинформационной оценки воздействия транспортных систем на окружающую среду**

Как указывалось в работах [2–9], любая геоинформационная поддержка процедур управления территориальными объектами (а оценка обстановки несомненно относится к центральному элементу или этапу функционирования любой системы управления) включает следующие базовые подходы:

- 1) территориальное (пространственное) представление объектов и процессов территориальной системы (геоситуации);
- 2) выявление пространственных факторов, оказывающих влияние на функционирование территориальной системы и решение поставленных задач;
- 3) в развитие первых двух процедур — выработку геопространственных рекомендаций

по поведению или управлению территориальной системой, исходя из решаемых данной системой задач.

Оценка воздействия ТС на природу (окружающую среду) [18–20] — это выявление, учет и анализ возможных прямых, косвенных и иных последствий воздействия на ОС намечаемой или реализации транспортной активности (ТА) в целях принятия решений о возможности ее реализации. Это процесс, способствующий принятию экологически ориентированного управленческого решения о возможности реализации ТА путем выявления всех возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий реализации ТА и разработки рекомендаций по предотвращению или смягчению негативных воздействий ТС.

Основными критериями, требованиями и показателями геоэкологической оценки воздействия ТС на природу являются:

- степень вредного воздействия на окружающую среду. Следует снижать до безопасных уровней ингредиентное загрязнение воздуха, воды, почвы в придорожной полосе;
- уровень безопасности осуществления транспортных услуг. Необходимо предотвращать гибель людей, животного и растительного мира в результате нарушения правил техники безопасности, ДТП, природных и технических аварий и катастроф;
- пространственные размеры отчуждаемой земли, степень снижения ее плодородия. Необходимо обеспечивать минимум отчуждения земли и максимум сохранения ее плодородия, сохранение или улучшение существующего ландшафта, сохранение параметров окружающей среды в диапазонах, не приводящих к разрушению и деградации экологических систем на прилегающих территориях при строительстве и эксплуатации транспортного сооружения;
- пространственные зоны (области) негативного влияния на окружающую среду; необходимо минимизировать размеры этих негативных зон;
- пространственные распределения параметров вредных факторов дорожно-транспортной сети. Необходимо минимизировать количественные показатели пространственной концентрации вредных веществ;
- сохранение (предотвращение истощения) невозобновляемых природных ресурсов, используемых при строительстве и эксплуатации транспортных сооружений;
- экологические и экономические риски, связанные со строительством и эксплуатацией дорог. Необходимо минимизировать указанные риски;
- величина возможного экологического и экономического ущерба от дорожно-транспортной активности в регионе. Необходимо минимизировать величину возможного ущерба;
- транспортный комфорт для пассажиров и населения, находящегося вблизи автомагистралей (снижение уровня параметрического загрязнения шумом, вибрациями и т.п. до санитарно-гигиенических норм).

При этом должна обеспечиваться общая экономическая эффективность (степени реализации транспортно-эксплуатационных свойств) транспортных сооружений.

Указанные критерии могут быть количественными и качественными. В табл. 6 приведена трехуровневая структура наиболее значимых качественных показателей (количественных измерителей) воздействия транспортного сооружения (в данном случае дороги) на окружающую среду [21].

**Структура гео-эко-экологически значимых качественных показателей и количественных измерителей воздействия автомобильной дороги на окружающую среду**

Обобщенный показатель негативного воздействия	Качественный показатель	Количественный измеритель
Истощение природных ресурсов	Потребление природных ресурсов	Объемы потребления ресурсов для строительства и эксплуатации дороги
	Изъятие площади, территории	Площадь территории, изъятая для строительства и эксплуатации дороги
Воздействие на ландшафт, гидрологию, климат, социально-экономические условия жизни населения, памятники истории, культуры, археологии	Пропускная способность дороги	Число полос движения, ширина полос, число пересечений в одном уровне, скорость движения, интенсивность, состав, плотность транспортного потока, тип дорожного покрытия
	Приспособленность дороги к выполнению транспортных услуг	Уровень загрузки дороги движением, уровень удобства движения, удельная нагрузка на ось, расчетная нагрузка на транспортное сооружение (дорогу), уклоны, радиусы кривых в плане, коэффициент заложения откоса
	Работоспособность дорожных одежд	Колеейность, уровень разрушения и деформации, износ, несущая способность основания
	Транспортно-эксплуатационные характеристики дорожного покрытия	Ровность дорожного покрытия, его шероховатость, сопротивление изнашиванию, срок службы, прочность, наличие трещин
	Эстетика ландшафта	Уровень рекреационной нагрузки, коэффициент ландшафтных изменений
	Культурная ценность ландшафта	Степень сохранения памятников, особо охраняемых территорий
	Концентрация стока рек, поверхностных и грунтовых вод	Объемный расход стока через контрольный створ
	Микроклимат	Скорость и направление ветра, температура, влажность воздуха в зоне действия дороги
	Регенеративные свойства окружающей среды	Не установлен
	Загрязнение химическими веществами, пылью, отходами, воздействие на здоровье населения, биопродуктивность ландшафтов	Загрязнение атмосферного воздуха
Загрязнение водных объектов и почвы		Концентрация нефтепродуктов, хлоридов, тяжелых металлов, мутность, цветность, биохимическое потребление кислорода, (БПК) уровень pH, объем твердых отходов, уровень активности радионуклидов
Загрязнение и повреждение биоты		Концентрация пестицидов, тяжесть металлов, площадь повреждения зеленой массы растений
Деградация наземных экосистем		Степень деградации
Годовая продуктивность растительности		Объем зеленой массы
Состояние плодородного слоя почвы		Содержание посторонних примесей, органики, площадь засоленных почв
Эрозионная устойчивость откосов		Коэффициент запаса местной устойчивости откосов

Обобщенный показатель негативного воздействия	Качественный показатель	Количественный измеритель
Шум, вибрация	Шум	Уровень шума на прилегающих территориях
	Вибрация	Уровни виноскорости и виброускорения на поверхности зданий и сооружений
Истощение генофонда популяций людей, животных, птиц, растительности, + ихтиофауны	Гибель и травмирование людей, животных	Коэффициенты безопасности, относительной аварийности участка дороги, уровень пассивной травмобезопасности, информативность дорожной ситуации
	Пересечение путей миграции, разрушение мест обитания животных	Изменение численности видов и популяций

При проведении оценки воздействия транспорта на природную следует руководствоваться следующими принципами:

- *непрерывность (всеобщность)* — процедуры ОВОС должны выполняться постоянно (с установленной дискретностью) во все время, во всем исследуемом регионе (районе) и на всех этапах жизненного цикла ТС (режим мониторинга);
- *системность* — процедуры ОВОС должны охватывать все уровни, состояния, звенья, процессы и этапы эксплуатации ТС в их функционировании и взаимодействии;
- *комплексность* — измерения и наблюдения в процессе ОВОС должны осуществляться совместно и одновременно для минимизации расходов на их проведение;
- *креативность* — ОВОС должна содержать или подразумевать рекомендации по ликвидации или минимизации последствий воздействия вредных факторов ТС на природную среду;
- *целостность* — процедуры ОВОС не должны нарушать конструктивную и эксплуатационную (процедурную) целостность ТС, разрушать и наносить ущерб окружающей среде;
- *полезность* — процедуры ОВОС выполняются не ради самих проверок и наблюдений, а для повышения уровня экологической безопасности в зоне ТС;
- *синхронность* — этапы выполнения ОВОС должны быть строго последовательны, одни этапы выполняются только после того, как выполнены предыдущие, результаты выполнения которых служат для них исходными данными;
- *своевременность* — выполнение оценок в установленные регламентами и инструкциями сроки;
- *межведомственность (междисциплинарность)* — использование априорных и оперативных данных различных организаций и ведомств;
- *использование ДДЗ* — широкое использование при выполнении наблюдений и измерений данных дистанционного зондирования — аэрокосмических снимков, радиолокационных, телевизионных, тепловизионных, оптических и др. наблюдений;
- *обоснованность* — материалы по ОВОС должны быть научно обоснованы и сопровождаться полной актуальной достоверной информацией геоэкологической информацией;
- *трансграничность* — учет информации по экологической и др. обстановке в соседних (граничных) с рассматриваемым регионам (районам);

- *прогнозирование* — ОВОС проводится с учетом прогнозирования негативных последствий транспортной активности на окружающую среду;
- *геопространственность* — конечная оценка должна отображаться в пространственной форме на карте (область, зона, ареал, точка, условный знак и т.д.);
- *анаморфированность* — пространственное выделение (увеличение) на геоизображении результатов ОВОС районов с наиболее критичными (опасными) факторами воздействия на окружающую (природную) среду;
- *согласованность* — обрабатываемая на этапах ОВОС геоэкологическая информация должна быть согласована по масштабу, времени, дискретности;
- *упреждение* — процедуры ОВОС следует проводить с ранних этапов подготовки вплоть до принятия решений о реализации проекта;
- *альтернативность и вариантность* — в процессе подготовки решений о реализации проекта необходимо рассматривать все альтернативы и варианты проекта (учитывая возможные неблагоприятные последствия их осуществления), чтобы выбрать наиболее приемлемые из них;
- *интеграция* — все аспекты реализации проекта (социальные, экономические, медико-биологические, демографические, технологические, технические, природно-климатические, природоохранные, инженерные, архитектурно-планировочные и др.) нужно рассматривать во взаимосвязи.
- *разумная детализация* — исследования в рамках ОВОС следует проводить с такой степенью детализации, которая соответствует значимости возможных неблагоприятных последствий реализации проекта;
- *последовательность действий* — необходимо строго выполнять последовательность осуществления этапов, процедур и операций ОВОС;
- *открытость экологической информации* — при подготовке решений о реализации проекта используемая экологическая информация должна быть доступна на всех заинтересованных сторонах (заказчика, исполнителя, общественности).

### Литература

1. Атлас Тверской области для рыбаков, охотников, туристов и автомобилистов. Масштаб — в 1 см : 1 км. — М.: АСТ-Пресс «Картография», 2002. — 278 с.
2. Бабков В.Ф. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог: учебное пособие для авто мобильно-дорожных вузов. — М.: Транспорт, 1980. — 189 с.
3. Биденко С.И., Самотонин Д.Н., Яшин А.И. Геоинформационные модели и методы поддержки управления — СПб.: Изд-во ФВУ ПВО, 2003. — 224 с.
4. Биденко С.И., Комарицын А.А., Яшин А.И. Геоинформационная система поддержки принятия решений. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ, 2004. — 132 с.
5. Биденко С.И., Яшин А.И. Геоинформационные технологии: Уч. пос. — Петродворец: Изд-во ВМИРЭ, 2004. — 272 с.
6. Биденко С.И., Якушев Д.И. Геоинформационные управляющие системы и технологии. — СПб.: Изд-во СПбУ МВД, 2014. — 248 с.
7. Биденко С.И., Шилин М.Б., Кравченко П.Н., Солнцев В.В., Чурилов С.Н. Концепция моделирования геоэкологической ситуации // Учёные записки РГГМУ, 2015, № 39, с. 157–164.
8. Биденко С.И., Шилин М.Б., Кравченко П.Н. и др. Геопространственное структурирование экологической ситуации региона // Учёные записки РГГМУ, № 40, 2015, с. 174–182.

9. *Биденко С.И., Сердитова Н.Е., Хренов М.М.* Информационное пространство управления региональной эколого-экономической активностью // Учёные записки РГГМУ, 2015, № 41, с. 212–219.
10. *Бондаренко Е.В., Дворников Г.П.* Дорожно-транспортная экология: Уч. пос. — М.: ГОУ ОГУ, 2004. — 113 с.
11. *Васильев М.В., Дубровицкий С.М.* Автомобильные дороги. — М.: Транспорт, 1982. — 136 с.
12. *Гродзинский Д.М.* Надежность растительных систем. — Киев, 1983. — 366 с.
13. *Дьяконов К.Н., Дончева А.В.* Экологическое проектирование и экспертиза. — М.: Аспект Пресс, 2002. — 384 с.
14. *Евгеньев И.Б., Каримов Б.Б.* Автомобильные дороги в окружающей среде. — М.: ООО «Транслорнаука», 1997. — 286 с.
15. *Илькун Г.М.* Загрязнение атмосферы и растения. — Киев: Наука, 1988. — 247 с.
16. *Кавтарадзе Д.Н.* Автомобильные дороги в экосистемах (проблемы взаимодействия). — М.: Че Ро, 1999. — 240 с.
17. *Луканин В.Н., Трофименко Ю.В.* Промышленно-транспортная экология. — М.: Высш. шк., 2003. — 273 с.
18. *Порядин А.Ф.* Оценка и регулирование качества окружающей среды. — М.: 1996. — 264 с.
19. ОДН 218.5.016-2002. Показатели и нормы экологической безопасности автомобильной дороги. Распоряжение Минтранса России от 25.12.2002 № ИС-1147-р.
20. Руководство по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов дорожного хозяйства: Отраслевая дорожная методика. — М.: Мин. транспорта РФ, 2001. — 60 с.
21. *Трофименко Ю.В., Евгеньев Г.И.* Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда. — М.: Изд. центр «Академия», 2008. — 400 с.