

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЕЙ ВАЗ-2105, ВАЗ-2107Кандидат техн. наук, доцент **Денисов И.В.**(Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. ВлГУ),
магистр - **Смирнов А.А.****ANALYSIS OF TRANSMISSION DEFECTS OF VAZ-2105, VAZ-2107 CARS****I.V. Denisov**, Ph.D. (Tech), Associate Professor(Vladimir State University named after Alexander and Nikolay Stoletovs. VISU),
A.A. Smirnov, Master's Degree*Автомобиль, ВАЗ-2105, ВАЗ-2107, надежность, гарантийный период, трансмиссия.**Car, VAZ-2105, VAZ-2107, reliability, warranty period, transmission.*

Представлены результаты исследования надежности агрегатов трансмиссии автомобилей ВАЗ-2105, ВАЗ-2107 в гарантийный период эксплуатации. Выявлены наиболее часто встречающиеся неисправности: течь эксплуатационных жидкостей через сальниковые уплотнения, шум при движении автомобиля, затрудненное включение и переключение передач. Установлены причины их возникновения. Используя методы теории вероятностей и математической статистики, а также методiku обработки экспериментальной информации, получены эмпирические значения средних наработок на отказ, коэффициентов вариации и средних квадратичных отклонений отказавших узлов и деталей трансмиссии.

This publication contains the results of a study of the reliability of the transmission units of VAZ-2105, VAZ-2107 vehicles during the warranty period of operation. The most common malfunctions were identified: the leakage of operating fluids through the stuffing seals, noise during the movement of the car, difficulty switching on and shifting gears. The causes of their occurrence are established. Using the methods of probability theory and mathematical statistics, as well as the methodology for processing experimental information, empirical values of mean time between failures, variation coefficients and mean square deviations of failed nodes and transmission parts are obtained.

Введение. Задача управления техническим состоянием колесных транспортных машин (КТМ) в эксплуатации в условиях увеличения численного состава парка РФ и интенсивности их перемещения при выполнении перевозок носит актуальный характер. Решение задачи возможно при условии диагностического и информационного обеспечения, а также наличия информации о неисправностях и отказах автомобильной техники. Это позволит устанавливать фактическое эксплуатационное состояние, отслеживать динамику изменения показателей работоспособности и прогнозировать остаточный ресурс по условию безотказности [1-3].

Первичные сведения о дефектах получают в транспортных компаниях и сервисных организациях. Для этого разрабатывают план проведения пассивного эксперимента и формируют необходимую документацию для фиксации результатов исследования. Таким образом, формируется номенклатура статистических данных об отказах, анализ которой позволяет выявить элементы КТМ, ограничивающие надежность. Массовые дефекты подробно рассматриваются с целью выявления причин их возникновения и установления закономерности проявления в эксплуатации. Также проводится оценка степени влияния отказов на комплексные показатели работоспособности [4-6] и устанавливаются взаимосвязи с ресурсом в виде математических зависимостей. При известном законе распределения наработок элементов автомобильной техники на(до) отказ(а)

успешно решается задача прогнозирования изменения их технического состояния.

Постановка задачи исследования. Автомобили ВАЗ-2105, ВАЗ-2107 широко представлены в автомобильном парке Российской Федерации. Согласно имеющимся статистическим данным [7], по состоянию на 01.01.2017 г. количество автомобилей ВАЗ-2107, находящихся в эксплуатации, составляло около 1,75 млн единиц, а АТС марки ВАЗ-2105 – около 1 млн штук.

Решение задачи обеспечения безотказности рассматриваемых автотранспортных средств (АТС) позволит повысить безопасность в эксплуатации и уменьшить уровень дорожно-транспортного травматизма. Необходимо отметить, что ранее, в рамках исследования эксплуатационной надежности, авторами настоящей статьи была проведена работа по оценке количественных показателей работоспособности элементов ходовой части [8] и электрооборудования [9]. В свою очередь, данная публикация посвящена анализу дефектов трансмиссии ВАЗ-2105, ВАЗ-2107.

Исследованием надежности трансмиссии КТМ занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Актуальность решаемых задач подтверждает литературный обзор, проведенный в работе [10].

Трансмиссия АТС обеспечивает передачу крутящего момента от двигателя к ведущим колесам, изменяя его величину и направление. Автомобили рассматриваемых моделей имеют конструктивно идентичную заднеприводную компоновку, включающую однодисковое сухое

фрикционное сцепление с механическим приводом, пятиступенчатую механическую коробку передач (КП), карданную передачу и ведущий мост с неразрезной балкой.

В работе [9] на рис. 1 показана диаграмма распределения дефектов по системам АТС, из которой видно, что наибольшую долю имеют отказы агрегатов трансмиссии, которая составляет 40,33% от общего их числа. В эксплуатации неисправности проявляли себя повышенным уровнем шума, стуками, потерей герметичности сальниковых уплотнений, а также нарушением подвижности механизмов.

Необходимо отметить, что своевременное обнаружение и устранение дефектов в элементах трансмиссии КТМ предотвращает нерациональное использование ресурса и не допускает снижения активной безопасно-

сти автомобиля. Поэтому требуется уделять повышенное внимание техническому состоянию узлов трансмиссии при прохождении АТС каждого планового технического обслуживания.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследования эксплуатационной надежности автомобилей ВА3-2105, ВА3-2107 в гарантийный период эксплуатации [11], проведенные авторами настоящей статьи в г. Владимире на протяжении трех лет, показали, что неисправности ведущего моста, карданной передачи и коробки передач носят массовый характер. Всего в выборке было зарегистрировано 4453 рекламационных акта в различных системах, агрегатах и узлах, из которых 1796 – в системе трансмиссии. Таблица 1 содержит сведения о номенклатуре дефектов трансмиссии указанных моделей АТС.

Таблица 1.

Дефекты трансмиссии автомобилей ВА3-2105, ВА3-2107

№ п/п	Наименование дефекта	Кол-во	Доля, %	\bar{X} , тыс. км	ν	σ
1	Течь сальника редуктора заднего моста	631	35,1	10,2	0,73	7,5
2	Течь редуктора привода спидометра	239	13,3	9,6	0,83	7,9
3	Течь в сальник первичного вала КПП	177	9,9	12,4	0,64	8,0
4	Шум, стук редуктора заднего моста	147	8,2	10,6	0,78	8,2
5	Течь сальника полуоси правой	109	6,1	12,3	0,65	8,0
6	Занижен ход нажимного диска	68	3,8	12,8	0,62	8,0
7	Дефект гибкого вала спидометра	57	3,2	4,6	1,49	6,9
8	Течь сальника вторичного вала КПП	46	2,6	12,4	0,65	8,1
9	Дисбаланс карданного вала в сборе	45	2,5	10,2	0,83	8,5
10	Течь сальника полуоси левой	44	2,4	13,3	0,53	7,0
11	Шум на 5 передаче	35	1,9	11,6	0,81	9,4
12	Дефект привода спидометра	31	1,7	6,0	1,13	6,8
13	Шум выжимного подшипника	26	1,4	13,2	0,68	9,0
14	Шум на 3 передаче	22	1,2	12,9	0,79	10,2
15	Течь главного цилиндра сцепления	14	0,8	10,9	0,80	8,7
16	Шум подшипника полуоси	14	0,8	11,6	0,58	6,7
17	Дефект датчика скорости	11	0,6	9,3	0,90	8,4
18	Течь в уплотнительное кольцо цилиндра сцепления	11	0,6	15,1	0,72	10,9
19	Износ, шум подшипника крестовины карданного вала	10	0,6	17,7	0,56	9,9
20	Шум на 2 передаче	9	0,5	6,0	1,33	8,0
21	Не работает выключатель блокировки дифференциала	7	0,4	18,1	0,62	11,3
22	Шум опоры карданного вала	6	0,3	19,0	0,38	7,2
23	Шум подшипника первичного вала КПП	6	0,3	14,6	0,79	11,5
24	Стук карданного вала	5	0,3	13,5	0,62	8,4
25	Дефект прокладки нижней крышки КПП	4	0,2	5,3	0,63	3,4
26	Прочее	22	1,2	-	-	-

В таблице приняты следующие обозначения: наработка на отказ элементов - X , коэффициент вариации - V и среднеквадратическое отклонение - σ .

Анализ табличных данных свидетельствует о низком качестве изготовления ведущего моста автомобиля. Обращает внимание подтекание эксплуатационной жидкости в местах сальниковых уплотнений редуктора и полуосей. Критическое падение уровня трансмиссионного масла в картере агрегата способствует интенсивному изнашиванию главной передачи и дифферен-

циала, что проявляется повышенным уровнем шума при движении КТМ, а при достижении предельного состояния, – трансмиссионными стуками в моменты начала движения и торможения двигателем.

На рис. 1 показана гистограмма распределения наработки до отказа сальника редуктора заднего моста, согласно которой замена дефектных элементов происходит при прохождении АТС планового технического обслуживания (ТО-1 – 2,5 тыс. км, ТО-2 – 10 тыс. км, ТО-3 – 20 тыс. км, ТО-4 – 30 тыс. км [12]).

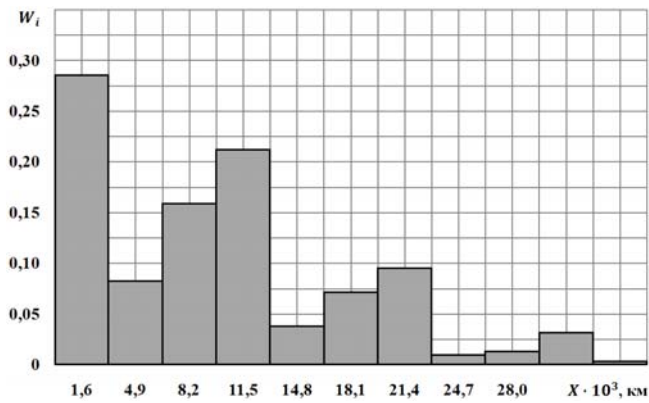


Рис. 1. Гистограмма распределения наработки до отказа сальника редуктора заднего моста

где W_i – относительная величина отказов (частота), X – наработка на(до) отказ(а).

При этом на наработке 30 тыс. км указанный дефект полностью устраняется. Это свидетельствует о крайне низком качестве комплектующих, поступавших в сборочный цех.

На рис. 2 представлена гистограмма распределения дефекта «шум, стук редуктора заднего моста» по наработке.

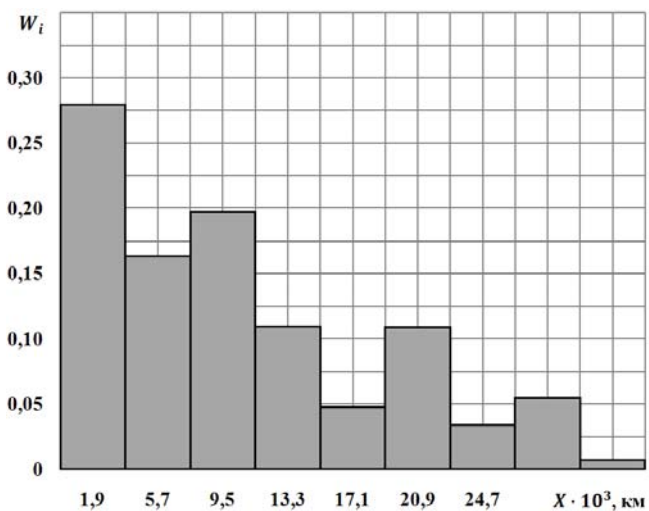


Рис. 2. Гистограмма распределения случаев возникновения шума редуктора заднего моста

Рекламации на начальном этапе эксплуатации являются следствием несоответствия конструктивных параметров детали документации, а также ошибками, допущенными в технологическом процессе сборки и регулировки агрегата. Вместе с тем, возникновение рассматриваемого дефекта на наработке более 15 тыс. км характеризует нарушение условий эксплуатации ввиду недостаточного уровня масла в картере из-за потери герметичности сальников.

Отказы сальников полуосей вызваны неудовлетворительным качеством изготовления изделий и сборки ведущего моста. Однако дефекты уплотнителей правых полуосей количественно превышают аналогичные отказы левых полуосей более чем в два раза. Это обусловлено более тяжелыми условиями эксплуатации в связи с частыми съездами КТМ с дороги на обочину.

На рис. 3 представлена гистограмма распределения наработки до отказа сальника полуоси правой.

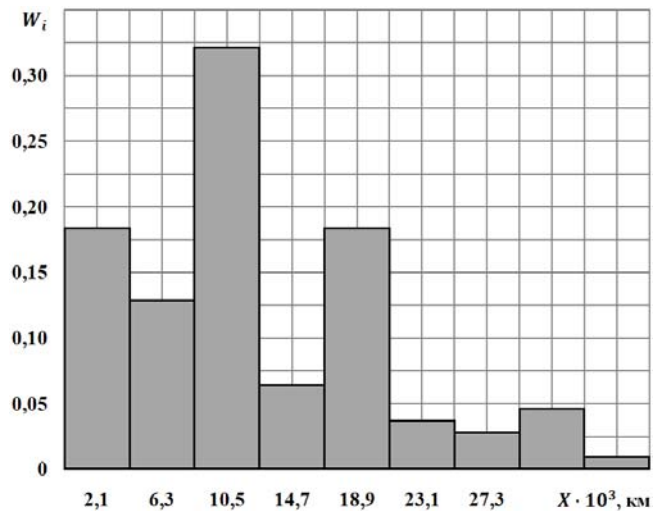


Рис. 3. Гистограмма распределения наработки до отказа сальника полуоси правой

Автомобили ВА3-2105, ВА3-2107 комплектуются механической трехвальной пятиступенчатой коробкой передач с интегрированным механизмом управления. Из таблицы 1 следует, что рассматриваемый агрегат отличается низким уровнем надежности сальниковых уплотнений первичного и вторичного валов, а также привода спидометра (см. рис. 4, 5).

Устранение рассматриваемых дефектов осуществляется преимущественно при ТО-1, ТО-2 и ТО-3 за счет завода-изготовителя.

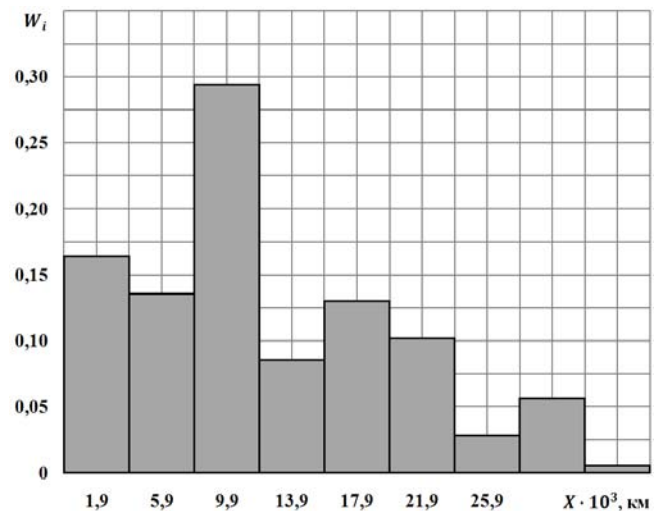


Рис. 4. Гистограмма распределения наработки до отказа сальника первичного вала КП

Увеличенные зазоры в зубчатых зацеплениях шестеренчатых пар 2, 3 и 5 передач, а также нарушение размерных цепей приводных валов и люфты в подшипниках являются причинами повышенного уровня шума при работе агрегата. Необходимо отметить, что ввиду значительного удаления шестерен и синхронизатора пятой передачи от масляной ванны в картере их работа сопряжена с риском подведения недостаточного количества эксплуатационной жидкости к трущимся элементам. Ухудшение условий смазывания приводит к росту скорости изнашивания рабочих поверхностей зубчатых колес, вызывает увеличение уровня шума и снижение ресурса агрегата. Поэтому при проведении регламентных работ и плановой замене трансмиссионного масла рекомендуется строго выдерживать уровень

и, по возможности, заправлять КП незначительно большим объемом жидкости. Для этого при выполнении операций приподнимают кузов автомобиля со стороны масляного отверстия.

Кроме указанных выше дефектов необходимо отметить, что в эксплуатации был зафиксирован повышенный износ зубчатого венца синхронизатора первичного вала, зубьев муфты синхронизатора КП, шум подшипника вторичного вала и обрыв направляющей выжимного подшипника передней крышки агрегата.

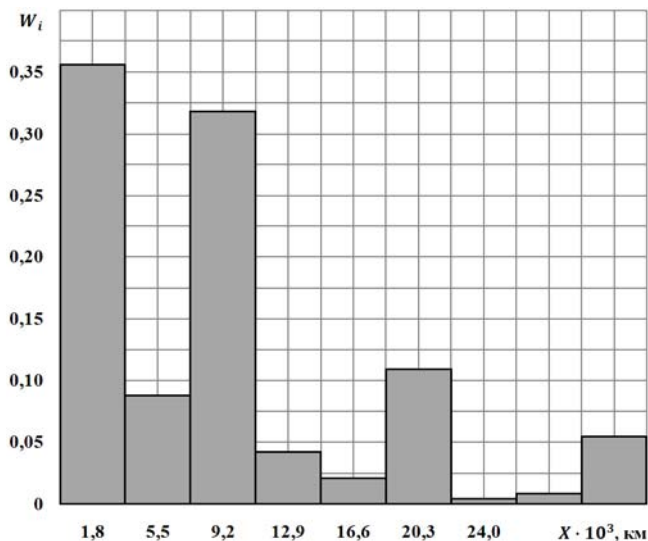


Рис. 5. Гистограмма распределения наработки до отказа редуктора привода спидометра

Привод спидометра имеет редуктор и трос с гибким валом. В эксплуатации наблюдалось масляное запотевание и каплеобразование на картере КП в месте сопряжения редуктора и корпуса. Необходимо отметить также возникновение шума при работе редуктора ввиду повышенной нагрузки на него вследствие дефекта гибкого вала, вызванного малым радиусом изгиба и повреждением оболочки троса.

Дефекты трансмиссии автомобилей ВАЗ-2105, ВАЗ-2107 связаны с отказами сцепления. Они проявляются неполным выключением и передачей крутящего момента, что затрудняет переключение передач при управлении транспортной машиной. Причин несколько: заниженный ход нажимного диска и его коробление, потеря герметичности гидравлического привода.

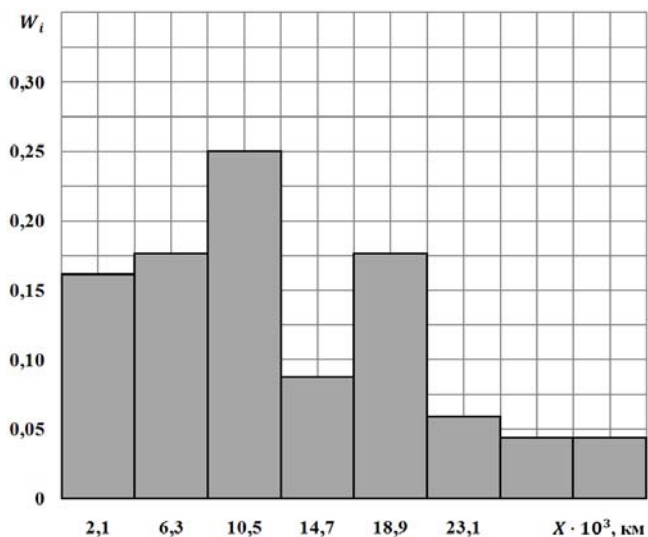


Рис. 6. Гистограмма распределения наработки до отказа нажимного диска сцепления

Несоответствие эксплуатационных характеристик корзины сцепления требованиям конструкторской документации сопровождается ограниченным ходом. Это обусловлено потерей упругости лепестков диафрагменной пружины и связано со значительно большей их деформацией при воздействии выжимного подшипника. На рис. 6 показана гистограмма распределения наработки до отказа нажимного диска сцепления.

Рекламации выжимного подшипника фиксировались преимущественно на ТО-10000 и сопровождались металлическим дребезгом и шумом при выключении сцепления.

Дефекты карданной передачи в эксплуатации проявляли себя дисбалансом, возникновение которого обусловлено низким качеством изготовления крестовин, износом их игольчатых подшипников, а также отказами подвесного подшипника.

Заключение. В результате проведенных исследований надежности агрегатов трансмиссии автомобилей ВАЗ-2105, ВАЗ-2107 в гарантийный период эксплуатации установлены наиболее часто встречаемые неисправности, проявляющие себя повышенным уровнем акустического шума при движении АТС, затрудненным включением и переключением передач, вибрациями и подтеканиями эксплуатационных жидкостей. Они вызваны люфтами в зубчатых зацеплениях и подшипниковых узлах агрегатов трансмиссии вследствие отклонений размеров деталей от установленных конструкторской документации допусков и нарушениями технологии сборки. Потеря герметичности сальниковых уплотнений обусловлена низким качеством изготовления комплектующих изделий.

Предприятиям системы «Автотехобслуживание» рекомендуется учитывать полученные результаты при проведении плановых регламентных работ по техническому обслуживанию и назначению ремонтных воздействий по агрегатам и узлам трансмиссии автомобилей ВАЗ-2105, ВАЗ-2107.

Литература

1. Баженов Ю.В., Баженов М.Ю. Прогнозирование остаточного ресурса конструктивных элементов автомобилей в условиях эксплуатации // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 4. – С. 16-21.
2. Баженов Ю.В., Каленов В.П. Прогнозирование остаточного ресурса электронных систем управления двигателем // *Вестник СибАДИ*. – 2017. – № 2(54). – С. 52-59.
3. Денисов И.В., Смирнов А.А. Методика прогнозирования остаточного ресурса электромеханического усилителя рулевого управления ВАЗ-21703 // *Бюллетень транспортной информации*. – 2016. – № 7(253). – С. 29-32.
4. Денисов Ил.В. Денисов Ив.В. Комплексный показатель оценки надежности систем автомобиля, влияющих на безопасность движения // *Перспективы развития автосервиса: Мат. Межд. науч.-практ. конф.* – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-т., 2008. – С. 36-39. ISBN 978-5-89368-895-5.
5. Денисов Ив.В., Денисов Ил.В. Методика определения общей вероятности безотказной работы технических систем автомобиля (на примере передней подвески ВАЗ-2170) // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 9-7. – С. 1425-1429.

Сведения об авторах:

6. Денисов Ив.В. Денисов Ил.В. К вопросу о связи показателей работоспособности систем безопасности автомобиля с вероятностью их безотказной работы // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин: Мат. Межд. науч.-техн. конф. Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. нефт. ун-т., 2009. – С. 110-113.

7. LADA 2107 – лидер российского автомобильного парка [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/news/29396/> (дата обращения 05.11.2019).

8. Денисов И.В., Смирнов А.А. Надежность передней подвески автомобилей ВАЗ-2105 и ВАЗ-2107 в эксплуатации // Транспорт: наука, техника, управление. – 2019. – № 2. – С. 51-55.

9. Денисов И.В., Смирнов А.А. Надежность электрооборудования автомобилей ВАЗ-2105 и ВАЗ-2107 в гарантийный период эксплуатации // Бюллетень транспортной информации. – 2020. – № 2 (296). – С. 33-37.

10. Денисов И.В., Смирнов А.А. Исследование надежности агрегатов трансмиссии автомобилей *Lada Priora* и *Lada Kalina* // Грузовик: транспортный комплекс, спецтехника. – 2020. – № 1. – С. 22-27.

11. Денисов И.В., Смирнов А.А. Надёжность автомобилей в гарантийный период их эксплуатации // Автомобильная промышленность. – 2015. – № 11. – С. 1-4.

12. Сервисная книжка автомобилей LADA 2105, LADA 2107 и их модификаций // сост. Ю.В. Сабанов, Н.В. Казаков. Тольятти: ДИС ОАО «АВТОВАЗ», 2008. – 22 с.

Денисов Илья Владимирович, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), кафедра Автомобильный транспорт.

600000, г. Владимир, ул. Белоконской, д. 3, корпус 2, ауд. 315-2.

Тел.: 8(915)-776-24-14.

E-mail: denisoviv@mail.ru.

Смирнов Алексей Александрович, продавец-консультант, GRAND-мебель.

601914, Владимирская обл., г. Ковров, ул. Комсомольская, д. 24.

Тел.: 8(920)622-15-21.

E-mail: AlexiFoX@yandex.ru.