

Надежность деятельности автослесарей: формирование, развитие, наставничество



О. Н. Дидманидзе,
д-р техн. наук, академик
РАН, заведующий кафедрой
«Тракторы и автомобили»
Московского
государственного
аграрного университета
имени К. А. Тимирязева,



В. А. Трубицын,
канд. техн. наук, доцент
кафедры «Эксплуатация
автомобильного
транспорта
и автосервис» Московского
автомобильно-дорожного
государственного
технического
университета

Разработанная математическая модель оптимизации обучения автослесарей по безошибочности выполнения технологий обслуживания и ремонта автомобилей с наставником и без него дает возможность определять оптимальные значения количества тренировок, что позволяет использовать ее для формирования программ обучения по различным технологиям.

Поддержание и восстановление исправного технического состояния автобусов, легковых автомобилей, такси и грузовых транспортных средств в 2024 г. в России осуществляли около 240 тыс. производственных рабочих автопредприятий. В системе автосервиса этими технологиями (по оценке экспертов) занимались более 800 тыс. автослесарей. Именно качественная деятельность этого профессионального корпуса специалистов в значительной степени обеспечивала надежную работу транспортных средств, безопасность дорожного движения, удовлетворенность потребителей транспортными услугами.

Авторы [1, 2] обратили внимание на то, что производственный персонал автопредприятий испытывает постоянное воздействие ряда объективных факторов: усложнение конструкций автомобилей, использование сложного контрольного и технологического оборудования при реализации технологий обслуживания и ремонта автомобилей и др. Их учет ведет к формированию новых повышенных требований к знаниям и навыкам автослесарей, условиям их обучения.

Национальным стандартом (ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования) установлено, что необходимо «определять и применять критерии и методы для обеспечения результативного функционирования процессов и управления ими». Это требование относится и к технологическим процессам, которые реализуются автослесарями на автопредприятиях. Автослесари, как и рабочие многих технических профессий, должны обладать важным интегральным качеством — надежностью деятельности, что позволяет

им качественно и своевременно выполнять технологические процессы. Надежность деятельности является одним из наиболее важных профессиональных свойств специалиста, а именно, профессионализма.

Автор [3, С. 13] с общих позиций определяет «профессионализм как особое свойство людей систематически, эффективно и надежно выполнять сложную деятельность в самых разнообразных условиях». На это также обращают внимание ученые инженерной психологии [4–7] и специалисты, занимающиеся системами «человек — машина» [8].

Надежность деятельности человека-специалиста рекомендуется оценивать с помощью ряда свойств, таких как: безошибочность, своевременность, готовность и восстанавливаемость [7, С. 142]. Эти свойства имеют свои параметры оценки и их формирование осуществляется с помощью различных подходов. Так, требуемые значения параметров безошибочности и своевременности формируются путем тренировок автослесарей и совершенствуются ими на производстве. Повышение коэффициента готовности K_f автослесарей достигается организационными мерами, направленными на снижение простоев работников [9]. Отмечено, что при управлении рабочим временем необходимо обращать внимание не только на формирование профессиональных навыков, но и на мотивацию по снижению простоев.

Восстанавливаемость оценивается такими параметрами, как: вероятность обнаружения ошибок средствами контроля, вероятность исправления ошибок, допущенных автослесарями. В этом случае повышение значений параметров восстанавливаемости зависит от уровня

обеспеченности технологий обслуживания и ремонта автомобилей контрольно-диагностическим оборудованием, а также сформированными навыками самоконтроля у автослесарей.

В данной работе основное внимание обращено на формирование параметров безошибочности и своевременности, уровень которых можно существенно повысить путем тренировок. Закономерности изменения этих параметров экспериментально исследовались в учебном центре с участием 17 учащихся индустриального колледжа, обучающихся технологиям демонтажа, монтажа шин и балансировки колес легковых автомобилей.

Безошибочность непосредственно связана с качеством работ и оценивается таким параметром, как вероятность правильного выполнения технологического процесса P_6 . Она определяется (на основе статистических данных) отношением:

$$P_6 = \frac{N - n_{\text{ош}}}{N}, \quad (1)$$

где N — число операций в технологическом процессе;

$n_{\text{ош}}$ — число ошибочно выполняемых операций.

Своевременность оценивается вероятностью $P_{\text{св}}$ того, что технологический процесс будет выполнен за время, не превышающее допустимое (нормативное) значение. По статистическим данным эта вероятность определяется по формуле

$$P_{\text{св}} = \frac{N - m}{N}, \quad (2)$$

где m — число несвоевременно выполненных операций.

Используя формулу (1), можно определить число ошибок через вероятность безошибочной работы автослесаря P_6 :

$$n_{\text{ош}} = N(1 - P_6). \quad (3)$$

Анализ формулы (3) показывает, что повышение уровня безошибочности выполнения технологии приводит к уменьшению ошибок автослесарей. При вероятности безошибочной работы, равной 1, ошибки исполнителей отсутствуют, и обеспечивается высокий уровень качества выполненных работ.

Безошибочность и своевременность выполнения технологического процесса несут большую смысловую нагрузку о качестве и производительности труда и в то же время просты в определении. Кроме того, они позволяют в режиме реального времени оценивать качество деятельности автослесарей, поэтому их можно эффективно применять на авто-

предприятиях для формирования систем оценки и стимулирования труда.

В то же время следует отметить, что параметрам безошибочности и своевременности деятельности автослесарей уделяется недостаточное внимание в основном из-за неразработанности методик их расчета и применения.

Результаты исследований

Согласно классификации операторов по виду операторского труда [6, С. 147], автослесарь относится к «операторам-технологам, преобладающими действиями которого являются контроль и выполнение технологических процессов». Основу надежности деятельности автослесарей составляют навыки, которые формируются при обучении в образовательных учреждениях и совершенствуются на производстве. Применительно к автослесарю, согласно ГОСТ Р МЭК 62508–2014, «надежность деятельности» понимается как «способность человека выполнить задачу в заданных условиях в пределах установленного периода времени с учетом заданных ограничений».

Формирование навыков качественной работы автослесарей проходит в три этапа. На начальном этапе проводится обучение в учебном заведении, затем организуются тренировки на специализированной учебной базе, завершается учебный процесс совершенствованием выполнения технологий на безошибочность и своевременность непосредственно на производстве под контролем опытных мастеров.

Автослесаря при обучении следует рассматривать как сложную динамическую систему, для которой в кибернетике используется понятие «неупорядоченность деятельности». В процессе обучения она вначале проявляется в том, что автослесарь совершает ошибки, так как не владеет алгоритмом выполнения технологии, может не знать нормы, правила и приемы использования инструмента и оборудования.

Снижение уровня неупорядоченности достигается путем обучения и тренировок. При этом каждый цикл тренировки вносит в систему «автослесарь» некоторый объем информации о технологии и правильности ее выполнения. Таким образом, в процессе тренировок деятельность автослесаря становится более упорядоченной, снижается уровень неопределенности, повышается качество работы. Длительность и количество тренировок зависят от достижения автосле-

сарем требуемых значений параметров безошибочности и своевременности.

Процесс отработки навыков может быть организован по двум вариантам: с включением наставника, который вовремя может заметить допущенные ошибки и показать правильные приемы выполнения операции; с использованием технологических карт и самостоятельным освоением технологии. Участие наставника играет важную роль в отработке автослесарями навыков безошибочной работы. В результате проведенных исследований установлено, что его включенность в процесс может быть оценена коэффициентом включенности K_b , значения которого могут изменяться от 0 до 1. Данный коэффициент можно определять по формуле

$$K_b = \frac{t_n}{t_c}, \quad (4)$$

где t_n — время помощи наставника обучаемому специалисту за период одного цикла тренировки, ч;

t_c — среднее время, отведенное на один цикл тренировки, ч.

Коэффициент включенности наставника существенно влияет на скорость приобретения автослесарями навыков безошибочного выполнения технологии, поэтому учет его участия необходим в формулах обучения.

На основе внесения дополнений в формулу авторов [7, С. 169] и формул (1), (3), (4) сформирована функция обучения автослесарей по безошибочности с учетом повышения скорости обучения за счет участия наставника:

$$P_6 = P_{\text{бд}} - (P_{\text{бд}} - P_{\text{бн}}) e^{-z\psi(1+K_b)}, \quad (5)$$

где $P_{\text{бд}}$ — максимально допустимая вероятность безошибочной работы автослесаря, требуемая для конкретного технологического процесса;

$P_{\text{бн}}$ — начальная вероятность безошибочного выполнения операции автослесарем;

ψ — скорость обучения, вероятность/количество тренировок;

z — количество тренировок автослесаря.

Функция (5) описывает процесс обучения автослесарей навыкам выполнения технологических процессов путем приращения безошибочности за каждый цикл обучения. С ее помощью можно определить количество циклов обучения (тренировок) автослесарей, занимающихся обслуживанием и ремонтом автомобилей. Для многих агрегатов и узлов автомобиля, не влияющих непосредственно на безопасность движения, целесообразно применять

«Демонтаж, монтаж и балансировка колес легковых автомобилей»*

A_y	z	$\psi = 0,1$ (без наставника, $K_b = 0$)		$\psi = 0,15$ (с наставником, $K_b = 0,5$)		$\psi = 0,20$ (с наставником, $K_b = 1$)	
		P_6	C_u	P_6	C_u	P_6	C_u
17	4	0,447	84,06	0,538	72,69	0,613	63,31
17	5	0,495	81,08	0,596	69,18	0,674	59,40
17	6	0,538	80,17	0,645	66,80	0,724	56,94
17	7	0,578	78,91	0,688	65,16	0,765	55,54
17	8	0,613	78,28	0,724	64,41	0,799	55,03
17	9	0,845	78,15	0,756	64,15	0,826	55,40
17	10	0,674	78,13	0,783	64,51	0,848	56,39
17	11	0,700	78,63	0,806	65,38	0,867	57,76
17	12	0,724	78,37	0,826	66,62	0,882	59,62

*при $N = 21$; $g_{\text{ош}} = 0,35$ тыс. руб.; $g_{\text{об}} = 0,22$ тыс. руб.

техничко-экономический метод, связывающий затраты на обучение и затраты на устранение ошибок автослесарей.

Для учебной группы целевая функция, используемая для оптимизации числа тренировок, будет выглядеть следующим образом:

$$C_u = A_y N(1 - P_6) g_{\text{ош}} + A_y z g_{\text{об}}, \quad (6)$$

где C_u — удельные суммарные затраты на обучение группы, тыс. руб.;

A_y — количество обучающихся специалистов в группе, чел.;

$N(1 - P_6)$ — среднее число ошибочно выполненных операций;

$g_{\text{ош}}$ — средние затраты на устранение одной ошибочно выполненной операции, тыс. руб.;

$g_{\text{об}}$ — средние затраты на проведение одной тренировки, тыс. руб.

Моделирование процесса обучения по разработанной программе позволило получить оптимальные значения количества тренировок автослесарей для различных вариантов участия наставника в обучении (см. таблицу).

Результаты моделирования обучения автослесарей технологии

Анализ значений целевой функции C_u по результатам моделирования процесса обучения показывает, что скорость обучения, обусловленная индивидуальными особенностями специалистов (моторные реакции, память, внимание и др.) и включенностью наставника, существенно влияет на количество тренировок, а, следовательно, и на продолжительность программы обучения.

Так, при скорости обучения $\psi = 0,20$ (с наставником, $K_b = 1$) оптимальное количество тренировок составляет 8, что на 2 тренировки меньше, чем при скорости обучения $\psi = 0,1$ (без наставника). Следо-

вательно, программа обучения с полным участием наставника будет на 25 % менее продолжительной, а стоимость обучения группы из 17 человек — ниже на 23 тыс. руб.

Эксперименты

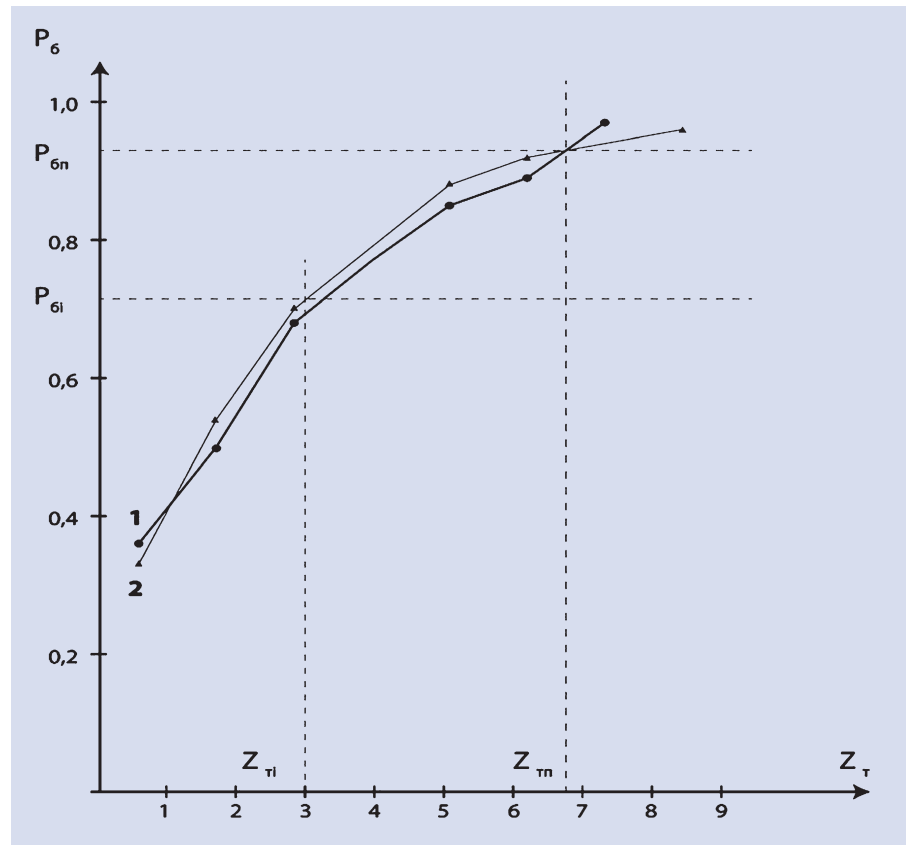
В процессе экспериментов исследовались параметры безошибочности и своевременности выполнения технологических операций. Изучение проходило на базе специализированного учебного центра, в котором учащиеся колледжей отрабатывали навыки выполнения сле-

дующих технологий: демонтаж и монтаж колес легковых автомобилей; балансировка колес.

Каждый учащийся выполнял технологии несколько раз до тех пор, пока параметры безошибочности и своевременности становились близкими или равными единице. Также при выполнении операций на безошибочность одновременно тренировалась своевременность. Данные фиксировались в журнале экспериментов. Проведены 125 замеров количества ошибок и 125 замеров времени выполнения технологии при тренировках 17 человек.

Обработка экспериментальных данных позволила получить 17 реализаций процесса формирования навыков выполнения технологий у будущих автослесарей, одна из которых приведена на рисунке. Данные эксперимента и формула (5) позволили построить экспериментальную и теоретическую зависимости вероятности безошибочной работы обучающегося P_6 от количества тренировок z .

Графики показывают, что с каждой тренировкой повышается уровень безошибочности. За несколько тренировок обучающийся достигает предельно допустимого уровня безошибочности, установленного для каждой технологии.



Зависимость вероятности безошибочного выполнения обучающимися технологического процесса «Демонтаж и монтаж колес легковых автомобилей» P_6 от количества тренировок z : 1 — экспериментальная линия; 2 — теоретическая линия

Выводы

Такие свойства надежности деятельности автослесарей, как безошибочность и своевременность, являются основой их профессионального уровня, обеспечивающего качество выполнения технологий обслуживания и ремонта автомобилей.

Исследования показали, что автослесарь, прежде чем занять рабочее место, должен пройти обучение и тренинги по технологиям, которые будут закреплены за ним на производстве. Его параметры по безошибочности должны быть доведены до уровня нормативных значений, принятых на автопредприятии.

Моделирование обучения с использованием технико-экономического метода позволило установить, что с участием наставника за счет повышения скорости приобретения навыков уменьшается время обучения. Это необходимо учитывать при разработке программ обучения автослесарей в колледжах и на производстве.

Эксперименты подтвердили, что повышение безошибочности и своевременности автослесарей достигается путем проведения тренингов. На основе технико-экономической модели (6) можно определить их оптимальное число,

при котором наблюдаются минимальные удельные затраты на устранение ошибок и обучение.

Источники

1. Дидманидзе О. Н., Солнцев А. А., Асатов Д. Г. и др. Техническая эксплуатация автомобилей. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 564 с.
2. Трубицын В. А. Формирование современной системы обучения автомехаников на АТП // Актуальные вопросы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сб. науч. трудов по материалам 81-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. М., 2023. С. 117–123.
3. Дружилов С. А. Психология профессионализма. Инженерно-психологический подход. 2-е изд., испр. и доп. Харьков: Изд-во «Гуманитарный Центр», 2017. 360 с.
4. Романенко Ю. В., Рачеева А. М., Разумовский Г. В. Методика оценки надежности оператора и расчета при выполнении технологического процесса // Научно-технический вест-

ник информационных технологий, механики и оптики. 2008. Вып. 2(47). С. 188–195.

5. Талашманова К. А. К проблеме понимания профессиональной надежности субъекта // Человеческий капитал. 2020. № 3(135). С. 239–246.
6. Душков Б. А., Королев А. В., Смирнов Б. А. Основы инженерной психологии: учебник для студентов вузов. М.: Академический проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2002. 576 с.
7. Смирнов Б. А., Душков Б. А., Космолинский Ф. П. Инженерная психология: экономические проблемы. М.: Экономика, 1983. 224 с.
8. Зараковский Г. М., Павлов В. В. Закономерности функционирования эргатических систем. М.: Радио и связь, 1987. 231 с.
9. Трубицын В. А. Повышение готовности ремонтных рабочих // Актуальные вопросы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сб. науч. трудов по материалам 80-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. М., 2022. С. 106–109.



Общероссийская общественная организация

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ТРАНСПОРТА

КОМИТЕТЫ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ТРАНСПОРТА



Комитет по развитию высокоскоростного транспорта

Председатель комитета:
д.т.н. Мишарин
Александр Сергеевич



Комитет по развитию железнодорожного транспорта

Председатель комитета:
к.т.н. Гапанович
Валентин Александрович



Комитет по развитию региональной автомобильно-дорожной сети и безопасности движения

Председатель комитета:
к.т.н. Быстров
Николай Викторович



Комитет стратегических вопросов развития транспортной системы

Председатель комитета:
д.т.н. Евсеев
Олег Владимирович



Комитет по экономике транспорта

Председатель комитета:
к.э.н. Косой
Владимир Вульфович



Комитет по развитию общественного транспорта

Председатель комитета:
д.т.н. Еремин
Сергей Васильевич



Комитет по вопросам Российско-китайского научно-технического и инновационного сотрудничества

Председатель комитета:
д.ф.н. Стеблянская
Алина Николаевна



Комитет интеллектуальных систем управления на транспорте

Председатель комитета:
д.т.н. Розенберг
Ефим Наумович



Комитет по развитию морского и внутреннего водного транспорта

Председатель комитета:
д.т.н. Барышников
Сергей Олегович



Комитет по поддержке молодых ученых и исследователей

Председатель комитета:
д.т.н. Гаранин
Максим Алексеевич