

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ СЕРВИСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ПУСТОВОЙ И. В., к.т.н., АБОЛМАСОВ А. А., к.т.н. (ПИИТ, г. Москва)

**Аннотация.** В статье представлена разработанная для группы компаний «ЛокоТех», внедрённая во всех сервисных локомотивных депо, участках и отделениях (более 200 объектов) компании «ЛокоТех-Сервис» и продолжающая развиваться автоматизированная система управления производственными процессами технического обслуживания и ремонта локомотивов АСУ «Сетевой график» (АСУ СГ). АСУ СГ комплексно автоматизирует все ключевые процессы сервисного обслуживания: мониторинг технического состояния и режимов эксплуатации, планирование и постановка на ремонт, определение технического состояния и объема ремонтных работ, управление ремонтом, расчет заработной платы, управление складом и другие производственные операции. Уникальность системы определяется как объемом, так и комплексностью решаемых задач.

**Ключевые слова.** Локомотивы, сервисное обслуживание, техническое обслуживание и ремонт, автоматизация производственных процессов, бизнес-процессы, встроенное качество.

В настоящее время в ООО «ЛокоТех-Сервис» внедрена и развивается автоматизированная система управления производственными процессами сервисных предприятий – АСУ «Сетевой график» (далее – АСУ СГ). Данная система реализована на базе отечественной платформы 1С. В основе АСУ СГ разработана модель управления жизненным циклом локомотивов на этапе их эксплуатации



**Рисунок 1** – Базовые функциональные блоки АСУ СГ

**Блок 1 - Организация мониторинга** эксплуатации и технического состояния локомотивов: сбор информации о работе локомотива А, режимах

эксплуатации локомотивов и техническом состоянии  $Q$  с бортовых МСУ, а также (в случае недостатка информации) со стационарных и переносных автоматизированных систем технического диагностирования, используемых в сервисных локомотивных депо. На этом этапе работы модели определяется фактически выполненный локомотивом объём работы  $A$  (пробег, тонно-километровая работа, расход топлива и электроэнергии, кВт-ч). Одновременно определяется фактическое состояние локомотива  $Q$  как набор параметров, характеризующих правильность функционирования оборудования и работоспособность локомотива, исправность его узлов и оборудования.

**Блок 2 - Организация постановки локомотивов на ремонт,** формирование графиков постановки локомотивов на ремонт: оперативное, декадное, месячное, квартальное и годовое планирование с учётом параметров эксплуатации локомотива  $A$  и его фактического технического состояния  $Q$ .

На этом этапе работы модели по данным о выполненной локомотивом  $i$  работе  $A_i$ , его техническом состоянии  $Q_i$  и нормативному межремонтному пробегу  $A_{\text{норм}}$  определяется дата  $D_{Li}$  постановки  $i$ -го локомотива  $L_i$  на техническое обслуживание или ремонт (ТОиР). В результате формируется график постановки локомотивов на ремонт  $D$  как совокупность дат постановки на ТОиР каждого из локомотивов.

**Блок 3 - Внутрипроизводственное планирование:** ресурсы  $Z$  для выполнения ремонтов  $R$  включают в себя трудовые, инструментальные, инфраструктурные (канавы, пути и др.) ресурсы, технологическое оборудование (обточные станки, скатоподъёмники, краны, домкраты и др.), запасные части (товарно-материальные ценности (далее – ТМЦ)) и материалы повторного использования (МПИ), электроэнергию, топливо, другие виды ресурсов. Внутрипроизводственное планирование ресурсов  $Z$  осуществляется согласно прогнозным (годовым, квартальным, месячным) и оперативным (декадным, трёхсуточным, суточным) графикам ремонта  $D$ . Ресурсы  $Z$  для выполнения ремонтов  $R$  формируются по данным об объёме выполненной работы  $A$  и данным о фактическом состоянии локомотивов  $Q$ . При этом учитываются нормативы потребления ресурсов  $Z_{\text{норм}}$  и статистика их потребления  $Z_{\text{стат}}$ .

**Блок 4 - Организация управления производственными процессами** (техническое обслуживание и ремонт локомотива (ТОиР) плановое или неплановое). На этом этапе работы модели согласно графику постановки локомотивов  $D$ , выделенным ресурсам  $Z$  и фактическому состоянию локомотива  $Q$  организуются технологические производственные процессы ТОиР  $R$  локомотивов  $L$  в условиях сервисных депо  $R$ . Технологические процессы ремонта локомотивов  $R$  организуются с учётом требований международных

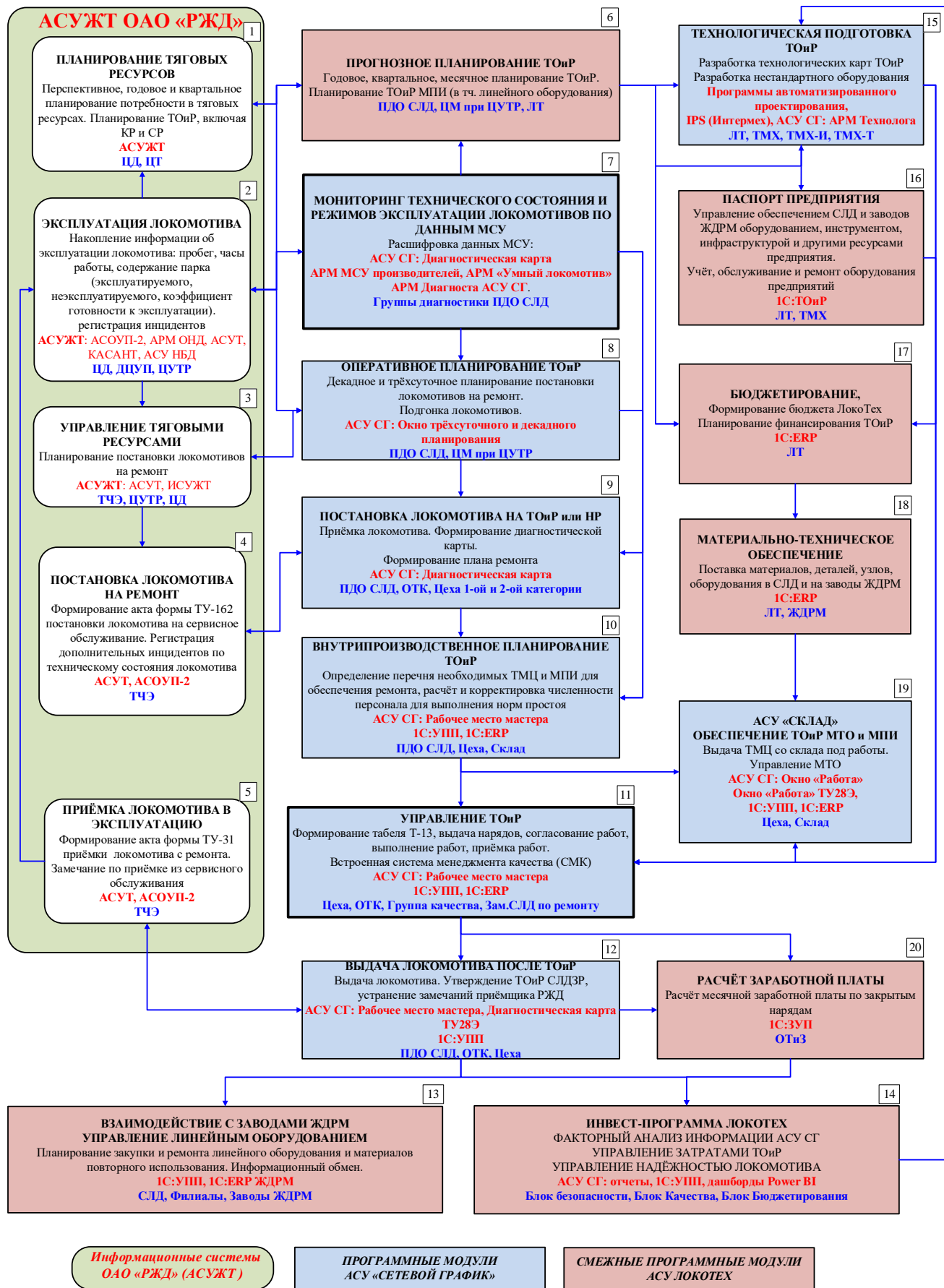
стандартов в области систем менеджмента качества (СМК), бережливого производства и других международных стандартов.

**Блок 5 - Факторный анализ** (принятие корректирующих мер по принципу постоянного улучшения (цикл PDCA)) – оперативный и периодический анализ всей совокупности информации с применением математических и логических методов с целью улучшения ключевых показателей качества сервисного обслуживания локомотивов (KPIs – Key Performance Indicators) с последующим планированием корректирующих мероприятий по их устранению).

Предложенная модель позволяет комплексно управлять надёжностью локомотива на этапе его эксплуатации. Этап мониторинга определяет фактическое техническое состояние локомотива, что позволяет по объективным данным обеспечить планирование объёма предстоящего сервисного обслуживания, под который выделяются соответствующие ресурсы, все эти этапы фиксируются в АСУ СГ. Факторный анализ позволяет выполнять корректирующие мероприятия по изменению существующих бизнес-процессов сервисного обслуживания и параллельно адаптировать под них информационную систему.

На рисунке 2 представлены базовые модули АСУ СГ и их взаимодействие со смежными информационными системами, разработанные в рамках вышеописанной концепции. Смежные функциональные блоки с белым фоном не входят в состав модели.

В ОАО «РЖД» совместно Дирекцией управления движением поездов (ЦД) и Дирекцией тяги (ЦТ) для тяги поездов планируются тяговые ресурсы (блок 1). Исходные данные о работе локомотивов А в ОАО «РЖД» формируются в процессе их эксплуатации при тяге поездов (блок 2), осуществляемой Дирекцией движения поездов ЦД, для чего созданы региональные центры управления тяговыми ресурсами (ЦУТР). По пробегу локомотивов (работе А) или в случае возникновения отказа планируется постановка локомотива в сервисное локомотивное депо на планово-предупредительный или неплановый ремонт (блок 3). Постановка локомотива осуществляется совместно представителями эксплуатационных (ТЧЭ) и сервисных (СЛД) локомотивных депо (блоки 4 и 9). Аналогично осуществляется приёмка локомотивов из ремонта (блоки 5 и 12).



**Рисунок 2 – Базовые функциональные блоки АСУ СГ и их взаимодействие со смежными**

По данным о работе локомотивов (блок 6) выполняется прогнозное планирование ТОиР локомотивов для технологической подготовки производства (блок 15), на год, квартал и месяц для планирования обеспечения производства ресурсами (блоки 16, 17 и 18). Прогнозное планирование осуществляется по статистическим данным о работе локомотива, времени простоя на ТОиР и статистике потребления ресурсов, на основании которых осуществляется прогнозное моделирование.

Основа оперативного управления ТОиР - мониторинг эксплуатации и технического состояния локомотивов (блок 7) по данным АСУЖТ, бортовых микропроцессорных систем управления (МСУ) и деповских автоматизированных систем технического диагностирования (АСТД).

По данным мониторинга (блок 7) работы локомотива и его технического состояния осуществляется оперативное планирование постановки локомотивов на ремонт (блок 8). Окончательно техническое состояние локомотива определяется в процессе приёмки его на ремонт (блок 9).

По завершении планирования и подготовки производства, включая выделение ресурсов (блоки 6-10) выполняется собственно техническое обслуживание и ремонт (блок 11). При этом реализуются инкапсулированные логические и математические методы управления качеством технологических процессов, бережливого производства. В основе лежат статистические методы, принятые в теории вариабельности.

Для мотивации работников сервисного локомотивного депо на качественный и эффективный труд необходима организация сдельной оплаты труда, зависящей от объёма и качества выполненного ТОиР (блок 20).

Локомотив из ремонта сдается в эксплуатацию (блок 12) совместно с работниками эксплуатационного депо (блок 5). При этом используется инструментальный контроль технического состояния локомотива - автоматизированные системы технического диагностирования (АСТД), включая диагностическую функциональность бортовых МСУ.

Сервисные локомотивные депо ориентируются на крупноблочный модульный принцип ремонта, при котором снятое с локомотива оборудование (блок, узел, деталь) при наличии сложных технологических операций отправляется на ремонтный завод, как правило, в ЖДРМ (блок 13). На этом цикл обслуживания завершается.

Одним из ключевых элементов данной модели является проведение многофакторного анализа всех параметров жизненного цикла обслуживания и ремонта локомотивов (блок 14), который направлен на выявление приоритетных направлений повышения эффективности техобслуживания и ремонта (ТОиР) на

основе специально разработанных показателей эффективности (KPIs). По своей сути, этот процесс представляет собой цикл обратной связи PDCA применительно к ТОиР.

Первая группа функций по техническому обслуживанию и ремонту локомотивов (ТОиР), реализуемая через автоматизированную систему управления (АСУ), связана с планированием ТОиР и распределением ресурсов сервисных локомотивных депо (СЛД). Эти функции осуществляются через специально созданные производственно-диспетчерские отделы (ПДО) в СЛД, где задействованы инженерно-технические специалисты, выполняющие следующие задачи:

- мониторинг технического состояния локомотивов в эксплуатации;
- техническое диагностирование локомотивов при заходе в депо;
- планирование постановки локомотивов на ТОиР;
- подгонка локомотивов на ТОиР;
- приёмка локомотива;
- формирование диагностической карты локомотива;
- обеспечение производства необходимыми ресурсами;
- контроль производственных процессов ТОиР;
- выдача локомотива на линию.

Одной из важнейших задач ПДО является управление логистическими операциями внутри депо, включая оптимизацию размещения локомотивов на путевых позициях и учет причин простоя. В рамках решения этой задачи было разработано специальное информационное окно «Статус», представляющее собой визуализированное отображение текущих позиций локомотивов в депо, а также указывающее причину их нахождения там и ответственную сторону, скриншот окна представлен на рисунке 3(а). Для каждого депо была создана индивидуальная упрощённая схема расположения основных позиций (путей, канав, стойл), отражающая текущее состояние локомотивов — выполняемые в данный момент операции или причины простоя, скриншот представлен на рисунке 3(б).

Информационным окном управляет диспетчер ПДО, что позволяет в режиме реального времени отслеживать наличие и местоположение локомотивов в пределах депо, а также фиксировать ответственность за любые задержки. Система отчетов, интегрированная в данное окно, обеспечивает возможность анализа причин превышения сроков простоя локомотивов на плановых и внеплановых ремонтных работах, что способствует принятию

корректирующих мер в соответствии с принципом непрерывного совершенствования (цикл PDCA). Таким образом, окно «Статус» становится ключевым инструментом для контроля по минимизации простоев локомотивов в процессе ТОиР в СЛД.

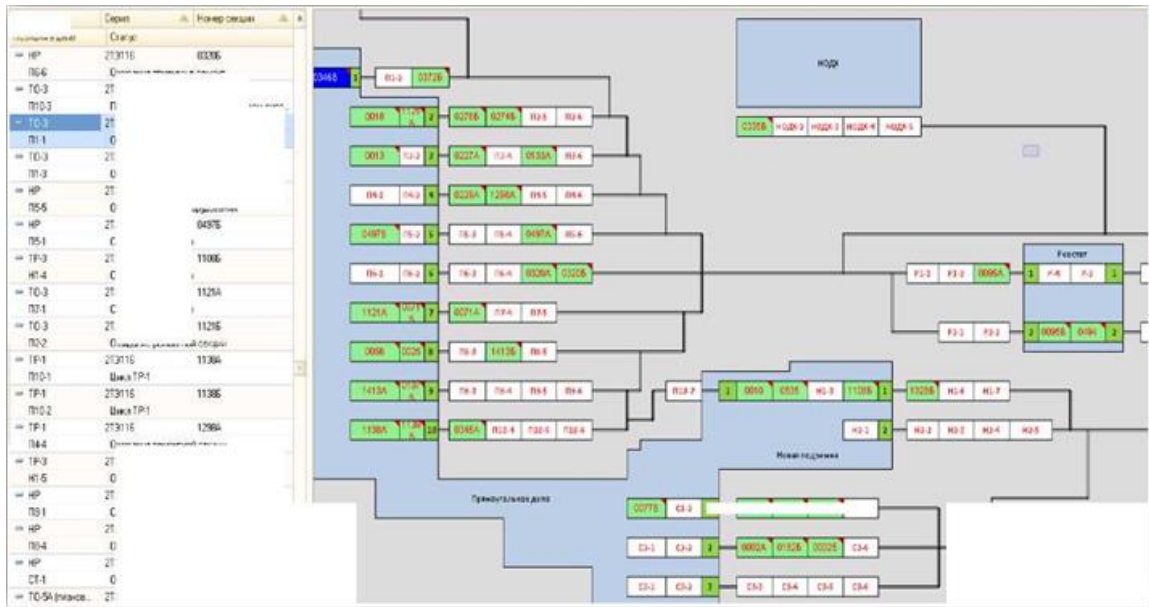
Помимо анализа причин задержек, управление логистикой позволяет оперативно выявлять нарушения технологического процесса путем выделения цветовыми маркерами локомотивов, выходящих за рамки установленных норм простоя на ТОиР. Основными причинами простоя зачастую становятся перегруженные рабочие зоны (например, канавы для выполнения обточки бандажных колес или подъемники для замены колёсно-моторных блоков), нехватка запчастей, отсутствие маневровых локомотивов, задержки приемки локомотивов на ремонт и их выпуска после завершения работ.

Главной проблемой в работе с окном «Статус» является ограничение по времени на ввод данных (информация должна обновляться сразу после смены статуса или перемещения локомотива) и необходимость строгого соблюдения исполнительской дисциплины диспетчерами.

В итоге окно логистического управления ТОиР в СЛД обладают наибольшей информативностью и должны быть доступны внешним пользователям — для контроля со стороны управленческих структур различного уровня (от локального депо до всей железнодорожной сети). Это позволит обеспечить единообразие подходов к управлению процессом ТОиР и повысить общую управляемость системы технического обслуживания и ремонта локомотивов.

Состояние ремонта	Лок.	Статус	Вид ремонта	г. ТО 4	Серия локомотива	Номер заявки	Глобальный код	План	Факт						Состояние очереди			Зачислен в ТОиР	Состояние локомотива		
									Начало ремонта	Планировка в очереди	Продолж. в очереди	Начало работы	Продолж. работы	Ожидаемое время работы (в часах)	Срок простоя	В.С.С.	В.С.С.			В.С.С.	
Валки	54	На обслуживании	ТО-2	130304	0088	02-0		01.01.2019	02.17	11.01.2019	2.40	11.01.2019 11:05	110	14	140	219	✓	✓			
Обмотка двигателя	8	✓	ТО-2	1304804	0489	01-0		01.01.2019	12.28	11.01.2019	1.75	11.01.2019 16:44	110	15	95.0	0.0	✓	✓			
На обслуживании	46	✓	ТР-1	273116	11386	010-2	01.01.2019 07:00	03.01.2019	25.10	11.01.2019	8.82	12.01.2019 20:49	54	13	4	25	49	85.4	13.0	✓	✓
Зачислен	247	✓	ТО-3	273116	03688	01-1	01.01.2019 07:00	03.01.2019	25.10	11.01.2019	8.82	12.01.2019 20:49	54	13	2	25	53	85.4	13.0	✓	✓
Валки	54	✓	ТО-3	273116	03688	01-1	01.01.2019 07:00	03.01.2019	25.10	11.01.2019	8.82	12.01.2019 20:49	54	13	1	6	49	85.4	13.0	✓	✓
Обмотка двигателя	8	✓	ТО-3	273116	03684	010-3	01.01.2019 07:00	03.01.2019	12.17	11.01.2019	21.90	11.01.2019 07:25	75	19	2	45	61.0	11.0	✓	✓	
На обслуживании	46	✓	ТР-1	273116	01286	01-4		03.01.2019	24.27	11.01.2019	8.83	11.01.2019 09:20	0	0	0	0	0.0	1.0	✓	✓	
Зачислен	247	✓	ТР-1	273116	01284	01-2	01.01.2019 07:00	03.01.2019	24.27	11.01.2019	8.83	11.01.2019 09:20	0	0	0	0	0.0	1.0	✓	✓	
Валки	54	✓	ТР-1	273116	04036	01-2	01.01.2019 07:00	03.01.2019	4.32	11.01.2019	10.70	10.01.2019 20:00	89	3	1	6	82	95.6	23.0	✓	✓
Обмотка двигателя	8	✓	ТО-2	1304804	0489	01-3		06.01.2019	64.97	11.01.2019	8.80	11.01.2019 21:24	21	2	1	43	12	47.0	12.0	✓	✓
На обслуживании	46	✓	ТР-1	273116	04036	01-1		06.01.2019	3.93	08.01.2019	49.22	08.01.2019 19:46	0	0	0	0	0.0	0.0	✓	✓	
Зачислен	247	✓	ТР-1	273116	04036	01-1		06.01.2019	3.93	08.01.2019	49.22	08.01.2019 19:46	0	0	0	0	0.0	0.0	✓	✓	
Валки	54	✓	ТР-1	273116	12894	01-4		06.01.2019	3.93	08.01.2019	49.22	08.01.2019 19:46	0	0	0	0	0.0	0.0	✓	✓	
Обмотка двигателя	8	✓	ТР-1	273116	02294	01-3		06.01.2019	7.93	08.01.2019	45.70	10.01.2019 11:44	88	16	0	89	104.0	18.0	✓	✓	
На обслуживании	46	✓	ТО-3	273116	02294	01-3		06.01.2019	7.93	08.01.2019	45.70	10.01.2019 11:44	88	16	2	94	104.0	18.0	✓	✓	
Зачислен	247	✓	ТО-3	273116	02294	01-3		06.01.2019	7.93	08.01.2019	45.70	10.01.2019 11:44	88	16	0	89	104.0	18.0	✓	✓	
Валки	54	✓	ТО-3	1304804	0373	01-1		06.01.2019	47.73	11.01.2019	8.80	11.01.2019 21:23	28	2	3	37	12	47.0	12.0	✓	✓
Обмотка двигателя	8	✓	ТР-2	130304	0018	02-1		06.01.2019	48.77	11.01.2019	19.25	11.01.2019 07:25	11	2	3	3	0.0	0.0	✓	✓	
На обслуживании	46	✓	ТР-2	1304804	0373	01-1		06.01.2019	38.33	08.01.2019	50.07	08.01.2019 10:19	44	0	0	0	0.0	0.0	✓	✓	
Зачислен	247	✓	ТР-2	130304	0018	01-1		06.01.2019	42.37	11.01.2019	32.90	14.01.2019 20:25	15	200	1	13	43	202.0	4.0	✓	✓
Валки	54	✓	ТО-3	273116	02014	01-3		07.01.2019	61.35	08.01.2019	44.33	10.01.2019 08:00	91	8	0	54	61.0	15.0	✓	✓	
Обмотка двигателя	8	✓	ТО-3	273116	02016	01-2		07.01.2019	61.35	08.01.2019	44.33	10.01.2019 08:00	91	8	0	56	61.0	15.0	✓	✓	
На обслуживании	46	✓	ТО-3	273116	02016	01-3		07.01.2019	13.43	08.01.2019	92.47	08.01.2019 08:00	14	5	0	62	62.0	24.0	✓	✓	
Зачислен	247	✓	ТО-3	273116	02016	01-3		07.01.2019	13.43	08.01.2019	92.47	08.01.2019 08:00	14	5	0	61	62.0	24.0	✓	✓	
Валки	54	✓	ТР-1	273116	02194	01-4		07.01.2019	13.43	07.01.2019	92.42	08.01.2019 08:00	14	5	0	61	62.0	24.0	✓	✓	
Обмотка двигателя	8	✓	ТР-1	273116	02092	01-3		07.01.2019	26.80	08.01.2019	81.85	05.01.2019 19:48	32	5	0	95	104.0	14.0	✓	✓	
На обслуживании	46	✓	ТР-1	273116	02094	01-3		07.01.2019	26.80	08.01.2019	81.85	05.01.2019 19:48	32	5	2	92	104.0	13.0	✓	✓	
Зачислен	247	✓	ТО-3	273116	11216	01-2		07.01.2019	8.85	07.01.2019	184.20	07.01.2019 21:17	93	4	0	95	61.0	24.0	✓	✓	
Валки	54	✓	ТО-3	273116	11214	01-1		07.01.2019	8.85	07.01.2019	184.20	07.01.2019 21:17	89	12	0	92	61.0	24.0	✓	✓	
Обмотка двигателя	8	✓	ТР-2	273116	11206	01-6		08.01.2019	127.23	08.01.2019	81.26	10.01.2019 14:26	45	270	0	243	286.0	2.0	✓	✓	
На обслуживании	46	✓	ТО-3	273116	11186	01-4		08.01.2019	127.23	08.01.2019	80.90	10.01.2019 14:26	45	268	1	7	229	522.0	5.0	✓	✓
Зачислен	247	✓	ТО-3	1304804	0373	01-1	31.12.2017 07:00	01.01.2019	233.27	11.01.2019	8.05	11.01.2019 21:26	4	43	2	2	47.0	12.0	✓	✓	
Валки	54	✓	ТР-2	130304	0013	01-1		10.01.2019	78.12	08.01.2019	117.22	08.01.2019 08:16	92	26	0	280	307.0	12.0	✓	✓	
Обмотка двигателя	8	✓	ТР-2	130304	0013	01-2		10.12.2017	78.42	07.12.2017	279.83	04.01.2019 07:23	77	30	4	243	289.0	0.0	✓	✓	

Рисунок 3(а) – Скриншот экранной формы рабочего места «Локомотивы в депо. Статус» АСУ СГ



*Рисунок 3(б) – Скриншот экранной формы рабочего места «Карта депо» АСУ СГ*

Планирование постановки на ремонт может быть прогнозным и оперативным. При прогнозном планировании (на год, квартал и месяц) используется математическое моделирование работы локомотива по статистике среднесуточных пробегов и простоя локомотивов в депо. При оперативном планировании (декада, три дня, день) берутся фактические пробеги локомотивов от последних видов ТОиР. Обе функции планирования реализованы в АСУ СГ.

В результате прогнозного планирования определяются необходимые ресурсы (заявки), формирование которых может занять много времени. Прогнозное планирование до появления АСУ трудоёмко, выполняется единожды. В результате сходимость прогноза с фактической постановкой на ремонт была низкой. АСУ позволяет регулярно пересчитывать прогноз (раз в месяц или квартал), что в результате делает сходимость прогноза максимальной.

При оперативном планировании наряду с определением ресурсов важной задачей является обеспечение производственного процесса депо локомотивами  $L$  за счёт их своевременной подгонки и приёмки. Работа с окнами планирования в СЛД не вызывает трудностей.

Опыт внедрения показал недостаточную сходимость результатов декадного и трёхсуточного пономерного планирования с фактически поставленными локомотивами в депо. Необходимо усиливать роль центров управления тяговыми ресурсами (ЦУТР), созданными Центральной дирекцией по управлению движением поездов (ЦД) ОАО «РЖД» на каждом полигоне. Для взаимодействия с ЦУТР сервисными компаниями созданы при них центры мониторинга эксплуатации локомотивов (ЦМ), которые по данным СЛД должны отслеживать подгонку локомотивов на

ТОиР. Пока это направление работ нуждается в дальнейшем совершенствовании.

Одним из главных элементов работы СЛД является формирование диагностической карты (ДК), содержащей все объективные и субъективные данные о техническом состоянии локомотива  $Q$ . ДК – это один из важнейших документов АСУ СГ, обеспечивающий управление ресурсами депо  $Z$  и надёжностью локомотивов.

Диагностическая карта состоит из закладок, на каждой из которых находится определённая информация о локомотиве:

- основная (время заходы/выхода, расход топлива и электроэнергии);
- план выдачи (планируемая дата выдачи локомотива с указанием ответственного за выдачу исполнителя и руководителя);
- диагностика (совокупность данных со всех доступных систем технического диагностирования (таблица 1));
- замечания по техническому состоянию локомотива, которые должны быть устранены в процессе ремонта;
- МПИ (перечень линейного оборудования (узлов, агрегатов, деталей), демонтируемого и установленного на локомотив в процессе прохождения ТОиР);
- акты сервисного обслуживания, формируемые в процессе ТОиР;
- история (передислокации локомотива в процессе ТОиР, предыдущие ТОиР локомотивов);
- файлы (акты по ТОиР локомотива от сторонних подрядных организаций).

Закладка «Диагностика» является основным результатом реализации функции «Мониторинг технического состояния и режимов эксплуатации локомотивов», реализуемой, прежде всего по данным бортовых микропроцессорных систем управления (МСУ) и деповских переносных и стационарных автоматизированных систем технического диагностирования (АСТД). Также источниками информации служат ручные переносные и стационарные измерительные системы, данные которых заносятся вручную или прикладываются файлы.

Таким образом, в АСУ СГ впервые создано единое хранилище диагностической информации, которое используется как в оперативном управлении ТОиР мастерами цехов, так и при управлении надёжностью локомотивов в целом на уровне аналитического аппарата сервисной компании.

Главная проблема закладки «Диагностика» - отсутствие автоматической передачи данных от автоматизированных систем технического

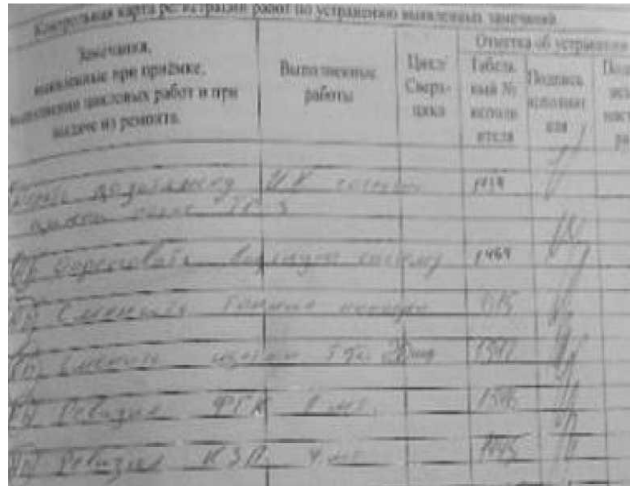
диагностирования - большинство данных прикладываются в виде файлов или вводятся вручную. Наличие расшифрованных данных важно для анализа тренда показателей, прогнозирования работоспособности оборудования, его остаточного ресурса. АСУ СГ позволяет комплексно анализировать расшифрованные данные систем диагностирования.

## **УЧЁТ ЗАМЕЧАНИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ ЛОКОМОТИВА**

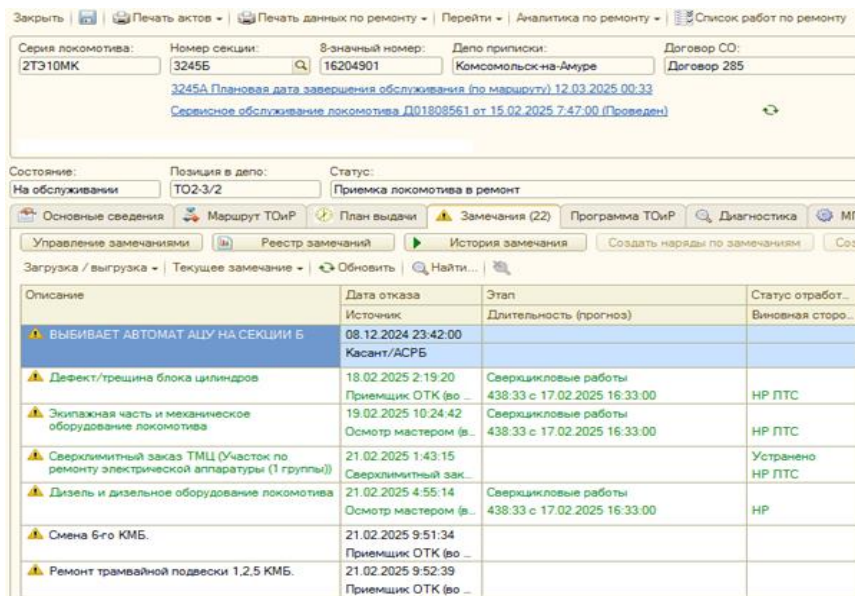
Главный итог всей работы производственно-диспетчерского отдела (ПДО) — это формирование плана работ на текущий ремонт зашедшего на ТОиР локомотива. Планово- предупредительные работы известны заранее и загружаются в систему автоматизировано с помощью специально созданных шаблонов работ. Дополнительные сверхцикловые работы по устранению выявленных отказов и предотказных состояний формируются по данным закладки «Замечания», которые по существовавшей до АСУ бумажной технологии фиксировались в бумажном рукописном журнале формы ТУ-28, который представлен на рисунке 4(а). По такой форме контроль качества устранения замечаний и, тем более, их последующий анализ были крайне затруднены, а фактически невозможны.

При внедрении АСУ «Сетевой график» появилась возможность формирования полного объема информации об «истории болезни» локомотива (на протяжении всего срока эксплуатации) - при заходе локомотива в депо в системе уже есть информация о проблемных узлах, требующих проведения дополнительной диагностики, либо сверхцикловых работ. Значит, есть возможность заранее планировать ресурсы (трудовые, материальные и др.) под дополнительный объем работ.

Вся информация аккумулируется в диагностической карте локомотива в закладке «Замечания» скриншот представлен на рисунке 4(б) и представляет собой задание на выполнение сверхцикловых работ мастерам цехов. Наряду с объективными источниками информации, используются субъективные источники информации: бортовой журнал локомотива (форма ТУ-152), результаты визуального осмотра при приёмке локомотива на ТОиР (группа приемки локомотива, мастера цехов, приемщики ОТК, замечания по комплектности локомотива) и др.



*Рисунок 4(а) – Бумажная форма журнала ТУ-28 с внесенными замечаниями*



*Рисунок 4(б) – Реализованная в АСУ СГ электронная технология регистрации замечаний*

Вторая группа рабочих мест в АСУ СГ — это рабочие места мастеров участков. Всё депо разбивается на систему взаимосвязанных участков, за каждым из которых закрепляется своя ремонтная функциональность. Условно все виды участков можно разбить на основные цеха (в которые заходит локомотив для выполнения определённого вида ТОиР: ТО-2, ТО-3, ТР-1 и др.), вспомогательные по видам оборудования (топливный, аппаратный, автоматный, электромашинный и др.) и заготовительные (слесарный, токарный, фрезерный, кузнечный и др.).

Цеха также подразделяются на три категории: категория 1 выполняет непосредственно ТОиР на локомотиве, категория 2 осуществляет ТОиР узлам и агрегатам локомотива, так называемым МПИ во вспомогательных участках, категория 3 занимается поддержанием работоспособности депо в целом (проведение планово-предупредительного ремонта станочного оборудования, содержание зданий и сооружений в работоспособном состоянии), как правило,

работники цехов 3-ей категории находятся на повременной оплате труда (при этом сменно-суточное задание формируется на все категории без исключений).

На основании диагностической карты АСУ СГ (прежде всего закладок «Диагностика» и «Замечания») мастер передела планирует цикловые и дополнительные работы. Весь процесс отображается на экране компьютера мастера с использованием удобного графического интерфейса.

Окно мастера, наряду с окном «Диагностическая карта», является ключевым в системе. Во многом качество ремонта определяется правильностью действий мастера (выбор дополнительных работ, выбор и расстановка исполнителей (слесарей), контроль их действий и качества выполненных работ, приёмка работ). Работа мастера в АСУ СГ происходит в условиях дефицита времени. Как ни в одном другом месте здесь нужен максимально дружелюбный интерфейс и система поддержки принятия решений.

Работа мастеров начинается с формирования табеля сотрудников, где мастер подтверждает явку сотрудников на работу (первичную явку фиксирует сам исполнитель путем отметки смарт-картой на любом рабочем терминале, расположенном в цехе). После формирования табеля мастер комплектует индивидуальное сменно-суточное задание каждому сотруднику бригады. В процессе выполнения ТОиР локомотива и МПИ мастер осуществляет оперативный контроль выполнения работ с фиксацией данных в информационной системе.

Помимо формирования объема работ и сменно-суточных заданий, мастера переделов для ТОиР локомотива заказывают на складе товарно-материальные ценности (ТМЦ) и МПИ. Система подсказывает мастеру, какие материалы и ТМЦ необходимы для той или иной работы (на основании привязки ТМЦ из ресурсной спецификации к работам). После определения мастером потребности, заявка попадает сотруднику склада, где комплектуются «корзины» ТМЦ и МПИ. По готовности заявки мастер получает сообщение, что ТМЦ готовы к выдаче.

Работа исполнителей (слесарей, электромехаников и др.) в АСУ СГ максимально упрощена: слесарь с использованием индивидуальных смарт-карт работает с информационными «киосками» (терминалами), установленными в цехах, отмечает свой приход на работу, просматривает порученные ему работы и последовательно отмечает их исполнение. Закончив работу, слесарь отмечает это в режиме online. При возникновении проблем слесарь переводит работу в состояние «Пауза» с указанием причины (отсутствие запасных частей, отвлечение на другую работу, недоступность оборудования и др.). Так формируется график исполнения работ.

Опыт внедрения показал, то с развитием корпоративной культуры

дорогостоящие терминалы могут быть заменены на альтернативные компьютеризированные дисплеи. Тем не менее, применение виртуальных клавиатур продемонстрировало низкую эргономичность, что привело к решению установки стационарных клавиатурных блоков. Непосредственное взаимодействие операторов с автоматизированной системой управления эксплуатационной готовностью (АСУ СГ) является ключевым элементом комплекса, обеспечивающим полноту и точность передаваемой информации.

Работа вспомогательных подразделений депо (бухгалтерии, экономистов, кадров и др.) автоматизируется стандартными программными продуктами на базе 1С: ERP. При внедрении АСУ СГ исключается ручной ввод информации, автоматизируется поступление первичной информации о производственных процессах (так называемые первички), в результате чего ускоряется ввод информации, повышается достоверность и полнота информации, сокращаются трудозатраты. Внедрение АСУ СГ позволяет значительно уменьшить расходы на непроизводственный персонал депо.

После завершения технологических этапов планирования операций в производственном отделе, распределения заданий мастерами, выполнения работ слесарями, проверки выполненных работ мастером, представителями отдела технического контроля (ОТК) и руководством депо (заместитель начальника депо по ремонту), в базе данных АСУ СГ аккумулируется информация для передачи и расчета заработной платы в программный модуль 1С: Зарплата и Управление Персоналом (ЗУП). По завершении ремонтных работ данные о выполненных операциях поступают в электронный формат в отдел труда и зарплаты (ОТиЗ), где проводится проверка правильности закрытия нарядов, после чего они интегрируются в модуль расчета заработной платы 1С: ЗУП. Таким образом, весь цикл управления операциями и расчетом заработной платы осуществляется в цифровом формате.

Принципиально новое качество управления, которое даёт АСУ СГ – это учёт всех видов материалов повторного использования, причём не только входящих в ограниченное понятие «линейное оборудование». В результате формируется база данных не только о жизненном цикле локомотива в целом, но и о каждом конкретном МПИ всех выбранных типов. Решение задачи управления жизненным циклом МПИ поднимает эффективность работы сервисного локомотивного депо на принципиально новый уровень, создавая предпосылки для значительного увеличения номенклатурного ряда отслеживаемого оборудования до полного охвата всех видов МПИ. Несмотря на отсутствие маркировки у МПИ, сервисная компания активно реализует ряд пилотных проектов по внедрению различных методов идентификации (NFC-

меток, RFID-меток, лазерного нанесения QR-кодов). Эти подходы позволят существенно снизить трудоемкость подготовки управленческой и бухгалтерской документации, обеспечить контроль правильности документооборота и повысить качество учета материалов повторного использования.

Ключевой проблемой качества техобслуживания и ремонта (ТОиР) являются дополнительные работы, не предусмотренные системой планово-предупредительных ремонтов. Анализ причин появления внеплановых работ ("управление инцидентами") и ликвидация корневых факторов их возникновения являются важной функцией АСУ СГ.

Работа по повышению качества ремонта начинается с анализа причин возникновения дополнительных работ, оперативно проводимого мастером. После назначения и выполнения дополнительной работы перед приемкой мастер обязан провести экспресс-анализ. Только после заполнения необходимых полей программное обеспечение разрешит завершение процесса.

На сегодняшний день АСУ СГ охватывает свыше 200 ремонтных предприятий (СЛД, СО, СУ), более 20 тысяч секций локомотивов по различным договорам, различные типы сервисного обслуживания от ТО-2 до среднего ремонта (более 700 обслуживаний ежедневно), зарегистрированы свыше 30 тысяч пользователей, система функционирует круглосуточно в режиме 24/7/365 во всех часовых поясах нашей страны. Также система интегрирована с бухгалтерским и зарплатным контуром и другими информационными системами.

### **Список используемых источников**

1. Мониторинг технического состояния и режимов эксплуатации локомотивов. Теория и практика [Текст] / К.В.Липа, А.А.Белинский, В.Н.Пустовой, С.Л.Лянгасов, И.К.Лакин, А.А.Аболмасов, И.В.Пустовой и др.– М.: ООО «Локомотивные Технологии», 2015. – 212 с.
2. Лакин И.И. Мониторинг технического состояния локомотивов по данным бортовых аппаратно-программных комплексов: Диссертация на соискание степени к.т.н. – М., МИИТ, 2016 – 195 с.
3. Аболмасов А.А. Управление техническим состоянием тягового подвижного состава в условиях сервисного обслуживания. Диссертация на соискание степени к.т.н. – М.: МИИТ, 2017 г. – 180 с.
4. Пустовой И.В. Разработка информационно-динамической модели управления сервисным техническим обслуживанием и ремонтом локомотивов. Диссертация на соискание степени к.т.н. – Омск: ОмГУПС, 2018 г. – 183 с.
5. Лакин И.К., Пустовой И.В., Аболмасов А.А. Автоматизированная система управления эксплуатационным жизненным циклом локомотивов// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава». – Красноярск: АО «ДЦВ Красноярской железной дороги», 2020 г. – С. 223 – 242.