
Ранее мы публиковали статьи об оптимальном планировании инкассаций¹, но вопрос соблюдения ресурсных ограничений в них не затрагивался. Под ресурсными ограничениями кассовых узлов мы будем понимать максимальное количество кассет банкоматов, которые кассовый узел может обработать (сформировать и расформировать) в течение рабочего дня. Рассмотрим практические примеры работы пользователей, проведем анализ ошибок, допущенных в организации процесса управления наличностью в банкоматах, и смоделируем стратегии планирования инкассаций.

Антон МЕЛЕНЦОВ, ООО «Сервис-модель» (г. Екатеринбург), генеральный директор

Александр ДЕНИСОВ, ООО «Сервис-модель» (г. Екатеринбург), начальник отдела банковских технологий

Оптимальное планирование инкассаций банкоматов при наличии ресурсных ограничений кассовых узлов

Способ поддержки ресурсных ограничений кассовых узлов

Для начала необходимо кратко объяснить принципы работы алгоритма, обеспечивающего учет ресурсных ограничений кассового узла².

Начнем с того, что констатируем следующую базовую возможность ПО: система в состоянии строить оптимальный план инкассаций для каждого банкомата³ без учета ресурсных ограничений.

План инкассаций представляет собой график загрузки (и выгрузки) банкомата и содержит множество наборов данных вида: дата, сумма загрузки, планируемая сумма выгрузки. Система строит план инкассаций на 91 день от текущей даты. Далее мы будем рассматривать только такие планы инкассаций, для которых вероятность простоя банкомата близка к нулю.



¹ Меленцов А., Денисов А. Как снизить затраты на управление наличностью при помощи оптимального планирования инкассаций // Расчеты и операционная работа в коммерческом банке. 2019. № 5; Комплексный анализ и моделирование ключевых показателей сети кэш-поинтов в различных сценарных условиях // Расчеты и операционная работа в коммерческом банке. 2020. № 3; Методика анализа эффективности систем управления наличностью // Налогообложение, учет и отчетность в коммерческом банке. 2023. № 9.

² Объяснение принципов работы алгоритма, приведенное в статье, соответствует его реализации в ПО АСУ «Банкомат» – системе, разработкой, внедрением и эксплуатацией которой занимаются авторы статьи.

³ А также терминала и кассы ВСП либо кассового узла.

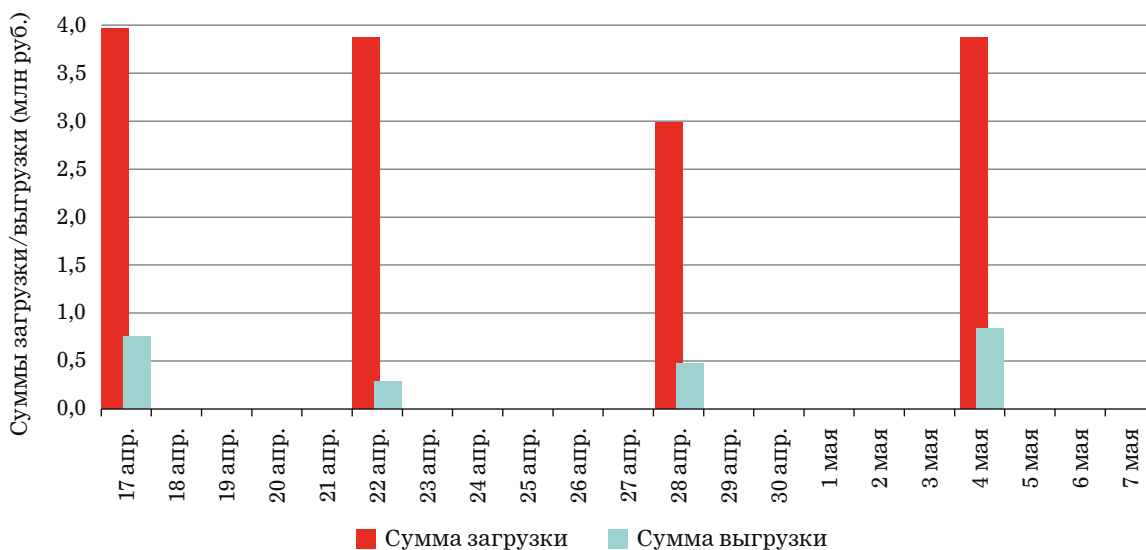
Оптимальное планирование инкассаций банкоматов при наличии ресурсных ограничений кассовых узлов

Оптимальный план инкассаций — такой план (из всего множества возможных планов инкассаций), для которого совокупные затраты банка на инкассацию и фондирование денежной наличности будут минимальными.

Визуально оптимальный план инкассаций для одного из банкоматов представлен на рис. 1. Этот план построен без учета ресурсных ограничений. На рассматриваемом временном отрезке план предусматривает четыре инкассации банкомата.

Рисунок 1

Оптимальный план инкассаций банкомата



Предположим, что в кассовом узле, из которого подкрепляется рассматриваемый нами банкомат, имеется ресурсное ограничение. Например, кассовый узел в состоянии в день обработать кассеты не более чем для 25 банкоматов. Предположим также, что в кассовом узле работает столько кассиров, что в том случае, если ежедневно обрабатывается примерно одно и то же количество кассет, кассиры с задачей справляются и ресурсное ограничение не нарушается или нарушается незначительно.

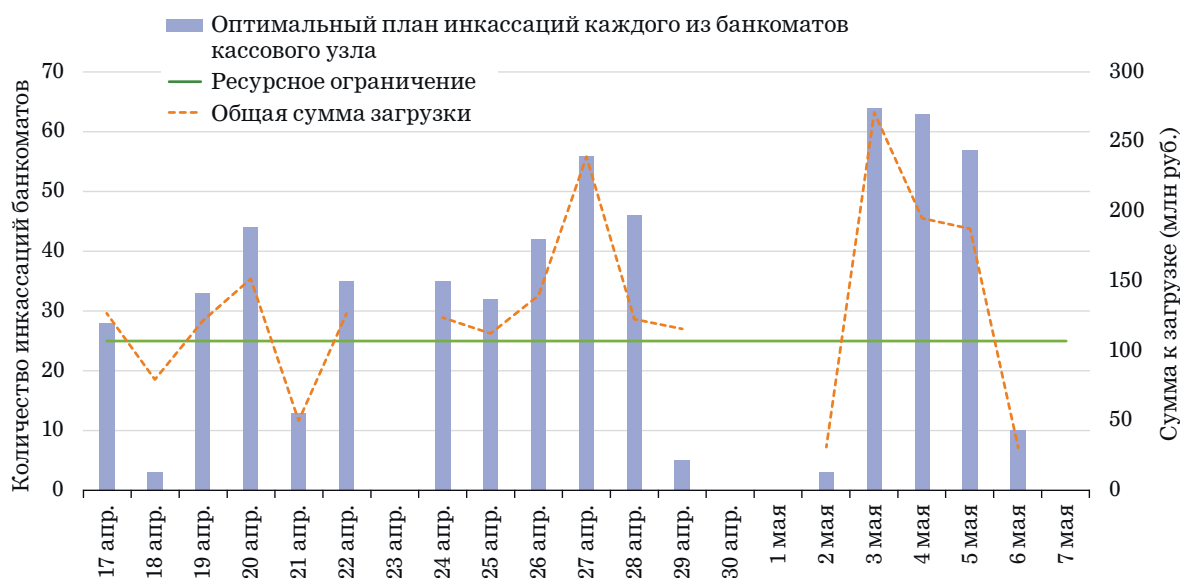
Клиентский спрос на денежную наличность по дням месяца распределен неравномерно: например, в дни после массовых выплат он резко возрастает. Существенно повышается вероятность инкассации банкомата накануне дней повышения спроса на наличность (система прогнозирует изменение спроса и должна исключить про-

Антон МЕЛЕНЦОВ Александр ДЕНИСОВ

стой), что увеличивает нагрузку на кадровые ресурсы кассового узла в эти дни. На рис. 2 приведены данные о распределении числа инкассаций и загружаемых в банкоматы сумм наличности по дням месяца для выбранного кассового узла при оптимальном планировании инкассаций каждого из банкоматов, то есть без учета ресурсного ограничения.

Рисунок 2

Оптимальный план инкассации, предлагаемый системой по каждому банкомату



Чтобы решить проблему выравнивания нагрузки на кассиров в дни, предшествующие дням возрастания спроса на денежную наличность, системе приходится от независимого оптимального планирования инкассаций каждого отдельного банкомата переходить к построению оптимального плана инкассаций для группы банкоматов, подкрепляемых из одного кассового узла. Такая стратегия приводит к тому, что некоторые банкоматы начинают подкрепляться заранее и большими суммами, чем при независимом планировании инкассаций отдельных банкоматов, то есть план инкассаций каждого отдельного банкомата при соблюдении ресурсного ограничения становится менее эффективным.

На рис. 3 представлен оптимальный план инкассаций, построенный с учетом ресурсных ограничений кассового узла, для того же

Оптимальное планирование инкассаций банкоматов при наличии ресурсных ограничений кассовых узлов

Рисунок 3

Оптимальный план инкассаций банкомата с учетом ресурсных ограничений в кассовом узле



банкомата, оптимальный план инкассаций которого приведен на рис. 1. Как можно видеть, при оптимальном планировании группы банкоматов с учетом ресурсных ограничений кассового узла существенно изменяется оптимальный план инкассаций банкомата, построенный без учета ресурсных ограничений: количество инкассаций в рассматриваемый период сократилось до трех, суммы загрузки банкомата возросли.

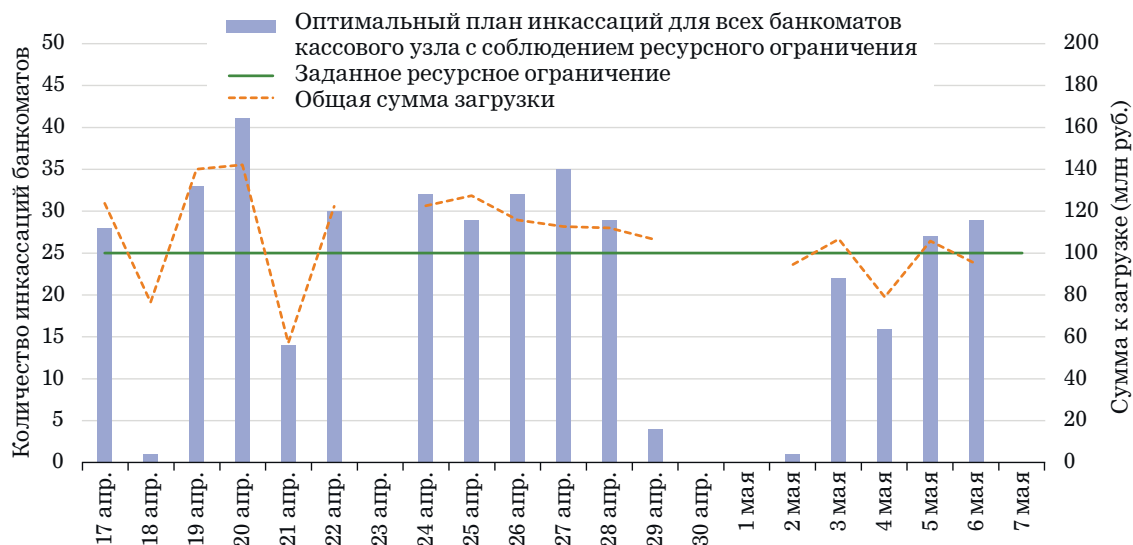
На рис. 4 приведены данные о распределении числа инкассаций и загружаемой в банкоматы суммы наличности по дням месяца для рассматриваемого кассового узла при оптимальном планировании инкассаций для всех банкоматов кассового узла с соблюдением ресурсного ограничения.

Как видно из рисунка, алгоритм планирования инкассаций попытался построить график инкассаций, удовлетворяющий ограничению, однако полностью соблюсти его не удалось, хотя картина стала значительно лучше, чем на рис. 2. Следует заметить, что в начальный период после установки ограничения (на рисунке это период с 17 по 28 апреля) банкоматы будут попадать в план инкассаций независимо от ресурсного ограничения, поскольку на это влияют инкассации, проведенные до момента установления ресурсного ограничения в качестве параметра системы. Таким образом, сеть банкоматов

Антон МЕЛЕНЦОВ
Александр ДЕНИСОВ

Рисунок 4

Оптимальный план инкассации, предлагаемый системой по каждому банкомату, с учетом ресурсного ограничения



обладает инерцией по уровню загрузки, и соблюдение ресурсного ограничения будет достигнуто примерно через 2 недели работы алгоритма, когда влияние инкассаций банкоматов, проведенных без учета ресурсного ограничения, станет незначительным. Невозможность выполнить ограничение говорит о фатальной нехватке ресурсов в кассовом узле, но этот вопрос выходит за рамки нашей статьи.

Экономическая эффективность систем управления наличностью

Исходя из опыта, можно утверждать, что экономический эффект от внедрения в банках ПО для оптимального управления денежной наличностью (далее — система) составляет 10–30% от совокупных затрат банка на инкассацию и фондирование денежной наличности по состоянию до внедрения системы. Как правило, экономический эффект подтверждается в рамках пилотного проекта — до тиражирования системы на всю сеть банка. Условия проведения пилотного проекта могут несколько отличаться от тех условий, в которых приходится функционировать кассовым узлам на практике. Эти отличия могут заключаться, например, в том, что на кассовых узлах, участвующих в пилоте, ресурсных ограничений нет либо

Оптимальное планирование инкассаций банкоматов при наличии ресурсных ограничений кассовых узлов

они преодолеваются проектной командой, а в остальных кассовых узлах такие ограничения имеют место. Отказ от учета имеющихся ресурсных ограничений при организации работ по использованию системы может приводить к тому, что эффект, подтвержденный в процессе пилотирования, окажется недостижимым в практической работе.

Следует отметить, что не каждая аналогичная система имеет интегрированный алгоритм учета ресурсных ограничений. Последующие рассуждения справедливы для зрелых продуктов, в составе которых реализованы такие алгоритмы.

У специалистов, осуществляющих внедрение системы для оптимального управления наличностью, есть выбор из двух альтернатив:

1. Настроить ресурсные ограничения кассовых узлов в системе и добиваться от сотрудников, формирующих распоряжения на инкассацию банкоматов (далее — аналитики), выполнения ее рекомендаций.
2. Планировать инкассации банкоматов оптимально независимо друг от друга, а вопрос соблюдения ресурсных ограничений возложить на аналитиков.

Интуитивно понятно, что первый подход должен обеспечить банку лучший финансовый результат, однако численная оценка разницы в экономическом эффекте от первого и второго подходов вызывает сложности. Этой оценкой мы и займемся далее, однако сначала приведем пример из жизни.

Практический пример организации работ с использованием системы при наличии ресурсного ограничения в кассовом узле

В одном из крупных банков система была внедрена в промышленную эксплуатацию, и на одном из кассовых узлов, где были заданы ресурсные ограничения, проводился аудит эффективности использования системы.

В процессе анализа результатов работы была зафиксирована ситуация, которую опишем в виде последовательности действий системы и аналитика.

1. До наступления момента возрастания спроса система включает в заявку на инкассацию банкомат, в котором остаток средств не является критически низким. Инкассация банкомата, по мнению системы, необходима для того, чтобы равномерно распределить ресурсы и заблаговременно, до момента скачка спроса на наличность, проинкассировать часть банкоматов, тем самым обеспечив равномерную загрузку кассиров.

Антон МЕЛЕНЦОВ Александр ДЕНИСОВ

2. Аналитик вручную исключает банкомат из заявки на инкассацию как не требующий подкрепления.

3. Наступает момент возрастания спроса на наличность. Система предлагает для инкассации число банкоматов, превышающее ресурсное ограничение.

4. Аналитик для соблюдения ресурсного ограничения исключает из заявки на инкассацию все банкоматы, которые система включила в заявку по причине роста стоимости фондирования наличности (аналитик не может исключить из заявки те банкоматы, которые включены в заявку по причине недостаточности наличности, так как в этом случае произойдет останов банкоматов).

5. По остальным банкоматам аналитик вручную начинает увеличивать суммы загрузки.

6. Такая ситуация повторяется систематически.

Как показал экономический анализ потерь, подобная стратегия работы аналитика приводит к росту совокупных затрат на инкассацию и фондирование наличности примерно на 20%, что нивелирует экономический эффект, подтвержденный в процессе пилотирования работы системы.

Банку была выдана рекомендация — запретить аналитикам кассовых узлов, по которым заданы ресурсные ограничения, исключение из заявок на инкассации банкоматов, рекомендуемых системой для загрузки. После того как банк отработал в таком режиме один месяц, снова были проанализированы затраты, и было зафиксировано их снижение на 15–17%.

Теперь перейдем к решению задачи, сформулированной в конце предыдущего раздела, и выполним строгое математическое моделирование перечисленных ситуаций.

Оценка экономического эффекта подходов к планированию инкассаций методом математического моделирования

Моделирование выполним для трех ситуаций. В первом случае опишем результаты оптимального плана инкассаций, построенного системой для каждого банкомата без учета ресурсных ограничений. Это базовая возможность системы, поэтому возьмем данный сценарий за основу для анализа и сравнения с двумя другими ситуациями. Далее будем называть этот сценарий базовым. Второй моделью для изучения будет ситуация, когда соблюдение ресурсных ограничений кассового узла возложено на аналитика. Третьей моделью будет планирование инкассаций системой с учетом ресурсных ограничений кассового узла.

Оптимальное планирование инкассаций банкоматов при наличии ресурсных ограничений кассовых узлов

Обозначим исходные данные для моделирования. Выберем период с 09.01.2025 по 09.04.2025, ключевую ставку зададим равной 22,48%. В качестве объекта для математического моделирования сценариев планирования инкассаций возьмем региональный кассовый узел, обслуживающий 88 банкоматов. Считаем, что для всех банкоматов установлены достаточные суммы страхования наличности, позволяющие оптимальную величину загрузки. Допустим, что на выполнение функций по обработке кассет выделено три сотрудника и затраты каждого на этот функционал составляют 6 часов рабочего времени. Норматив времени на обработку комплекта кассет одного банкомата установлен в размере 42 минут.

Определим для выбранного кассового узла ресурсное ограничение по формуле:

$$\text{Комплекты кассет} = \text{СОТР} \times \text{Траб} / \text{НОРМ},$$

где СОТР — количество сотрудников кассового узла, выполняющих функции по обработке кассет;

Траб — рабочее время сотрудника, выделенное на обработку кассет;

НОРМ — норматив времени на обработку комплекта кассет одного банкомата.

Максимальное количество комплектов кассет, обрабатываемых сотрудниками кассового узла за день, составит 25,7.

Сценарий 1 (базовый)

Проведем моделирование по базовому сценарию, когда система планирует инкассации банкоматов кассового узла независимо друг от друга и ресурсные ограничения не заданы.

Результатом такого моделирования является план-график инкассаций для каждого банкомата кассового узла, приведенный на рис. 5. Анализ в разрезе причин инкассаций показывает, что 68% (883 заезда) инкассаций вызвано прогнозируемым исчерпанием наличности в банкомате и 32% (473 заезда) инкассаций вызвано чрезмерной стоимостью фондирования остатка наличности, в том числе в депозитном модуле банкомата.

За период моделирования сценария 1 зафиксировано 24 дня, когда количество ежедневно обрабатываемых в кассовом узле комплектов кассет превысило максимально допустимое значение, определенное в исходных данных. При этом:

— среднее превышение над ресурсным ограничением кассового узла составило 7,5 обрабатываемых комплектов кассет банкоматов, что на 30% выше нормативной нагрузки на сотрудников кассового узла, обеспечивающих бизнес-процесс;

Антон МЕЛЕНЦОВ Александр ДЕНИСОВ

Рисунок 5

План-график инкассаций для всех банкоматов кассового узла



— максимальное превышение над ресурсным ограничением кассового узла составило 21 обрабатываемый комплект кассет банкоматов, или на 84% больше, чем нормативная нагрузка на сотрудников кассового узла;

— среднее количество инкассируемых банкоматов составило 23,5, что на 6% меньше ресурсного ограничения кассового узла.

Предложенный системой оптимальный план инкассаций каждого отдельного банкомата учитывает инкассации как по остатку, так и по фондированию. Однако в определенные моменты требует больше кадровых ресурсов кассового узла, чем имеется в наличии, притом что в целом, при равномерной загрузке сотрудников в период моделирования, ресурсных ограничений для обеспечения процесса обработки кассет достаточно.

Сценарий 2

Во втором модельном сценарии аналитики при планировании инкассаций банкоматов отступают от оптимального плана инкассаций, предлагаемого системой, пытаются соблюсти ресурсные ограничения, как это описано выше в практическом примере. Следуя логике аналитиков, при моделировании учтем, что количество ежедневно обра-

Оптимальное планирование инкассаций банкоматов при наличии ресурсных ограничений кассовых узлов

батываемых комплектов кассет банкоматов уменьшится при увеличении сумм загрузки банкоматов. Увеличение сумм загрузки банкоматов аналитиками можно заложить в сценарии как увеличение интервала¹ между инкассациями банкоматов. Моделирование плана инкассаций по базовому сценарию показало, что средний интервал между инкассациями банкоматов составит 5,2 дня.

Запланируем обеспечение резерва рабочего времени для сотрудников кассового узла в размере 30%, ужесточив требования к ресурсному ограничению, по следующей эмпирической формуле:

$$\begin{aligned} \text{Рекомендуемый интервал} &= 7/5 \times (\text{Количество банкоматов,} \\ &\text{обслуживаемых КУ} / \text{Ресурсное ограничение}) = \\ &= 7/5 \times (88/(25 \times (1 - 30\%))) = 7 \text{ дней.} \end{aligned}$$

По результатам моделирования второго сценария, приведенным на рис. 6 и в табл. 1, за весь период зафиксировано 10 дней, когда превышалось ресурсное ограничение, при этом:

— среднее превышение над ресурсным ограничением кассового узла составило 10,2 обрабатываемых комплектов кассет банкоматов, или 40% от нормативной нагрузки на сотрудников кассового узла, обеспечивающих бизнес-процесс;

— максимальное превышение над ресурсным ограничением кассового узла составило 27 обрабатываемых комплектов кассет банкоматов, или 108% от нормативной нагрузки на сотрудников кассового узла, обеспечивающих бизнес-процесс;

— среднее количество инкассируемых банкоматов составило 15,2, что на 48% меньше ресурсного ограничения кассового узла.

Среднее превышение ресурсного ограничения оказалось существенным, притом что значительное снижение среднего количества инкассируемых банкоматов говорит о недогрузке сотрудников в целом. Такие экономические показатели, как среднеедневный остаток в банкоматах и совокупные затраты на инкассацию и фондирование денежной наличности, выросли соответственно на 34% и 19% по сравнению со сценарием 1.

Следует отметить, что экономические результаты моделирования сценария 2 соответствуют ситуации, полученной на практике и описанной в разделе «Практический пример организации работ с использованием системы при наличии ресурсного ограничения в кассовом узле».

¹ Для тех банкоматов, где интервал между инкассациями оказался меньше расчетного значения.

Антон МЕЛЕНЦОВ
Александр ДЕНИСОВ

Рисунок 6

План-график инкассаций с учетом соблюдения минимального интервала



Таблица 1

Результаты моделирования сценария 2 в сравнении со сценарием 1

Показатель плана	Оптимальный план инкассации банкоматов (сценарий 1)	Совокупный план инкассаций банкоматов КУ, построенный в разрезе каждого банкомата, для которых установлен минимальный интервал между инкассациями 1 неделя (сценарий 2)	Изменение, %
Количество инкассаций	1 456	942	-35
Среднедневное количество инкассаций	23,48	15,19	-35
Количество дней, когда было превышено ресурсное ограничение КУ в 25 ежедневно обрабатываемых комплектов кассет	24	10	-58
Планируемый среднедневной остаток в банкоматах	140,4	187,5	34
Планируемые совокупные затраты на фондирование наличности в банкоматах и затраты на инкассации	13,1	15,6	19

Оптимальное планирование инкассаций банкоматов при наличии ресурсных ограничений кассовых узлов

Сценарий 3

В третьем модельном сценарии зададим системе ресурсное ограничение для планирования инкассаций по алгоритму выравнивания нагрузки, когда система от независимого оптимального планирования инкассаций каждого отдельного банкомата переходит к построению оптимального плана инкассаций для группы банкоматов, подкрепляемых из одного кассового узла.

Результаты моделирования, приведенные на рис. 7 и в табл. 2, показывают, что за период моделирования по сценарию 3 зафиксировано 3 дня, когда превышалось ресурсное ограничение, при этом:

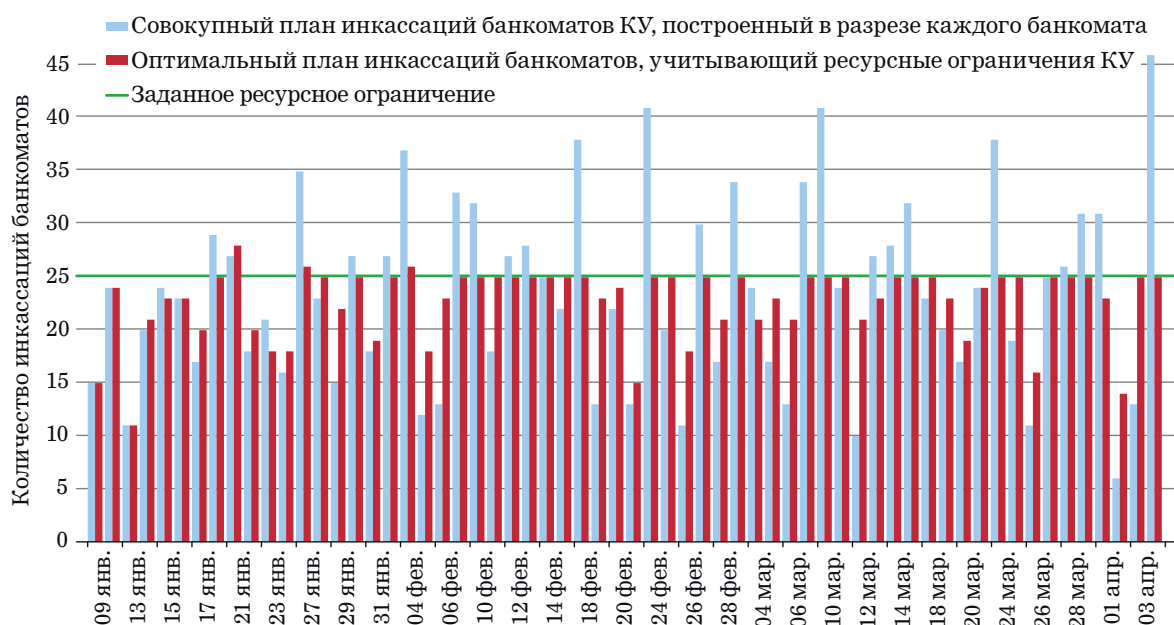
- среднее превышение над ресурсным ограничением кассового узла составило 1,6 обрабатываемых комплектов кассет банкоматов, или 6% от нормативной нагрузки на сотрудников кассового узла, обеспечивающих бизнес-процесс;

- максимальное превышение над ресурсным ограничением кассового узла составило 3 обрабатываемых комплекта кассет банкоматов — это 12% от нормативной нагрузки на сотрудников кассового узла, обеспечивающих бизнес-процесс;

- среднее количество инкассируемых банкоматов составило 22,7, что на 3% меньше ресурсного ограничения кассового узла.

Рисунок 7

План-график инкассаций с учетом ресурсных ограничений



Антон МЕЛЕНЦОВ Александр ДЕНИСОВ

Таблица 2

Результаты моделирования сценария 3 в сравнении со сценарием 1

Показатель плана	Оптимальный план инкассации банкоматов (сценарий 1)	Оптимальный план инкассаций банкоматов, учитывающий ресурсные ограничения КУ (сценарий 3)	Изменение, %
Количество инкассаций	1 456	1 409	-3
Среднедневное количество инкассаций	23,48	22,73	-3
Количество дней, когда было превышено ресурсное ограничение КУ в 25 ежедневно обрабатываемых комплектов кассет	24	3	-88
Планируемый среднедневный остаток в банкоматах	140,4	142,9	2
Планируемые совокупные затраты на фондирование наличности в банкоматах и затраты на инкассации	13,1	13,3	2

Таким образом, стратегия планирования инкассаций системой по алгоритму, обеспечивающему учет ресурсных ограничений кассового узла, при незначительном увеличении средней нагрузки на сотрудников позволяет сохранить значения показателей среднедневного остатка в банкоматах, совокупных затрат на фондирование наличности в банкоматах и затрат на инкассации на уровне, не превышающем 2% относительно показателей базового сценария (сценарий 1).

Выводы

1. Наличие в ПО для оптимального управления наличностью апробированных алгоритмов, учитывающих ресурсные ограничения кассовых узлов, является критически важным для максимизации экономического эффекта от использования ПО.

2. Банки могут нести неоправданные затраты на сопровождение сети банкоматов как при использовании «самописного» ПО, обеспечивающего оптимальное планирование инкассаций, но не способного учесть ресурсные ограничения, так и при низком уровне подготовки аналитиков в условиях использования «продвинутого» ПО, способного обеспечить учет ресурсных ограничений.

3. При выборе ПО для оптимального управления наличностью следует уделять особое внимание вопросам учета в ПО ресурсных ограничений кассовых узлов и обязательно учитывать наличие данного функционала. 