



# RSK

ROOTSTOCK PLATFORM

BITCOIN POWERED  
SMART CONTRACTS

WHITE PAPER

# RSK

Смарт-контракты на основе биткойна

## Обзор официального документа

Редакция: 11

Дата: 29 января 2019 года

Автор Серджо Демиан Лернер

## Введение

Полезные ресурсы для знакомства с системой

## Почему платформа RSK так важна для экосистемы биткойна?

Согласование интересов участников сети Биткойн и защита стоимости

Защита инвестиций майнеров биткойнов

Эмиссия активов с устойчивой стоимостью с помощью обеспечения биткойнами

RSK на переднем крае технологии сайдчейн биткойна

RSK как недорогая платежная сеть биткойна

## Почему платформа RSK важна для пользователей и разработчиков Ethereum?

Увеличьте свою базу пользователей dApp

Ускорение стандартизации EVM/Web3

Снижение рисков, связанных с постоянными форками

Защита инвестиций в научные разработки от уязвимости «нулевого дня» в Ethereum.

Увеличение пропускной способности транзакций путем переноса DApps в RSK

Снижение стоимости транзакции путем переноса DApps в RSK

Снижение риска девальвации для пакетов монет и средств сохранения стоимости

## Сценарии использования RSK

### Обзор технологии

Виртуальная машина Тьюринга для вычисления полноты

Сайдчейн

Слитный майнинг

Быстрые платежи и сеть с низким значением задержки

Конфиденциальность транзакций

Масштабируемость

### Сравнение характеристик RSK

### Роль компании RSK Labs

### Будущее RSK

### Выводы

## Введение

В 2008 году Сатоши Накамото совершил революцию в сфере платежей, создав Биткойн. Биткойн включал очень ограниченное применение так называемых «смарт-контрактов» – концепта, который был введен в 1993 году Ником Сабо (Nick Szabo).

С тех пор появилось несколько криптовалют с виртуальными машинами с отслеживанием состояний, которые способны поддерживать полные по Тьюрингу языки программирования и реализовать все преимущества смарт-контрактов. Были разработаны тысячи децентрализованных приложений, которые взаимодействуют со смарт-контрактами, так называемые dApps, и появились новые варианты их использования. Тем не менее, каждая новая платформа использует новый спекулятивный и нестабильный собственный токен.

С момента создания первого блока 3 января 2009 года Биткойн утвердил себя как самый признанный, самый надежный способ хранения ценностей, а также самый безопасный протокол среди других криптовалют. Но большинство dApps требуют более сложных правил, которые невозможно закодировать в предикатах Биткойна. Это ограничение вызвало появление в 2015 году платформы RSK и запуск ее сети Mainnet в январе 2018 года. RSK – это платформа, которая позволяет заключать смарт-контракты, использующие биткойн в качестве собственного актива, способствуя усилению роли биткойна как ведущей мировой криптовалюты, и расширяя для него потенциальные варианты использования dApps. RSK является сайдчейном биткойна, поэтому у этой платформы есть собственная сеть и собственный блокчейн, но нет собственного токена. Сеть RSK дает больше функциональных возможностей по сравнению с биткойном, например, ускорение транзакций и большую масштабируемость.

RSK представляет собой эволюцию двух платформ – QixCoin и Ethereum. QixCoin была полной по Тьюрингу криптовалютой, созданной еще в 2013 году некоторыми основателями RSK. QixCoin ввел концепцию оплаты за исполнение, известную в настоящее время как «газ» для транзакций. Однако RSK наследует и определенные ключевые понятия от Ethereum, таких как формат учетной записи, виртуальная машина и интерфейс web3. Поэтому платформа RSK совместима с компиляторами, инструментами и приложениями Ethereum.

По сравнению с биткойном, RSK предоставляет более удобный способ оплаты с почти мгновенным подтверждением. Однако, RSK также опирается на доказательства выполнения работы, поддерживая слитный майнинг SHA-256D, то есть тот же протокол достижения консенсуса и сеть майнинга, которые защищают Биткойн. По состоянию на январь 2019 года RSK использует более 40% скорости хэширования Биткойна, что делает его самой защищенной платформой смарт-контрактов на планете с точки зрения усилий, вложенных в защиту блокчейна.

Чтобы позволить ввод и вывод биткойнов из RSK, платформа имеет двустороннюю привязку к биткойну. Когда биткойны переводятся в RSK blockchain, они становятся «Смарт биткойнами» (код RBTC<sup>1</sup>). Смарт биткойны эквивалентны биткойнам, которые

---

<sup>1</sup> В этом документе под «протоколом RSK» подразумеваются технические характеристики протокола. «Исходный узел RSK» относится к базовой реализации. Собственная валюта RSK – «Смарт биткойн».

действуют в RSK blockchain, и их можно перевести обратно в биткойны в любое время без дополнительных затрат, за исключением стандартных комиссий за транзакции в системах RSK и биткойна. RBTC — это собственная валюта, которая используется в RSK blockchain для оплаты майнерам услуг по обработке транзакций и контрактов. Эта валюта не выпускается: все RBTC создаются из биткойнов, поступающих из блокчейна Биткойн.

В настоящее время RSK усиливает систему Биткойна в следующих сферах:

- Виртуальная машина Тьюринга RSK (RVM), которая позволяет создавать смарт-контракты, максимально совместима с виртуальной машиной Ethereum (EVM)
- В среднем, для первого подтверждения транзакций требуется 30 секунд.
- Слитый майнинг с биткойном.
- Сайдчейн с двухсторонней привязкой (в настоящее время это привязка к Федерации)
- Защита от эгоистичного майнинга по протоколу DECOR+

Сообщество RSK достаточно унифицировано, чтобы поддерживать первоначальную концепцию, которая предполагает добавление при будущих обновлениях сети следующих функций:

- Аренда хранилищ данных
- Оптимизация распространения блоков
- Параллельная обработка транзакций
- Протокол сжатия транзакций (LTCP) для повышения масштабируемости
- Поддержка дополнительной, более производительной виртуальной машины на основе промежуточного кода Java или WAsm.
- Гибридная привязка к Федерации/драйвчейну

Предполагаемые функции описаны в предложениях по улучшению работы RSK (RSKIP), которые находятся в следующем репозитории <https://github.com/rksmart/RSKIPs>, вместе с кодом PoC.

RSK — это проект, который поддерживает сообщество. Компания RSK Labs была основана в 2015 году для разработки эталонного варианта реализации протокола RSK, и с 2015 года на нее работают некоторые наиболее известные разработчики ядра RSK. Также RSK Labs разместила информацию о платформе на веб-сайте [www.rsk.co](http://www.rsk.co) и предоставляет определенные информационные услуги.

### Полезные ресурсы для знакомства с системой

Веб-сайт компании RSK Labs: <https://www.rsk.co/>

Статистика RSK: <https://stats.rsk.co>

RSK Explorer («Проводник»): <https://explorer.rsk.co/>

RSK Faucet («Кран»): <https://faucet.rsk.co/>

Статус сети RSK: <https://twitter.com/RskSmartNetwork>

Сравнение ставки RSK <http://rskgasstation.info/>

Кошельки, совместимые с RSK:

MyCrypto: <https://mycrypto.com>

Jaxx: <https://jaxx.io/> <https://>

iBitcome: [/www.ibitcome.com/](http://www.ibitcome.com/)

Metamask: <https://metamask.io/>

Аппаратные кошельки, совместимые с RSK:

Ledger <https://www.ledger.com/>

Trezor: <https://trezor.io/>

D'CENT: <https://idcent.io/>

## Почему платформа RSK так важна для экосистемы биткойна?

В следующих разделах мы перечисляем несколько причин, по которым платформа RSK так важна для экосистемы биткойна.

### Согласование интересов участников сети Биткойн и защита стоимости

Одна из целей RSK состоит в том, чтобы представить платформу смарт-контрактов, которая принесет пользу основным заинтересованным сторонам экосистемы биткойна и ее сообществу. Эта философия непосредственно отражена в основной архитектуре платформы, где майнеры биткойнов обеспечивают мощность хеширования, необходимую для защиты RSK, а ведущие в отрасли компании объединены в Федерацию, в которой хранятся ключи для защиты средств, заблокированных в системе двусторонней привязки. Модель управления RSK учитывает интересы всех участников сообщества, заинтересованных сторон RBTC, майнеров, членов Федерации, а также разработчиков и конечных пользователей dApp. В долгосрочной перспективе планируется использовать объективные, но необязывающие механизмы подачи сигналов, встроенные в транзакции и блоки, чтобы пользователи могли подавать сигналы своей ставкой и приложениями для кошельков, отправители — помечая транзакции, майнеры — маркируя блоки, а получатели — маркируя счета для обеспечения еще более децентрализованного и демократического управления.

### Защита инвестиций майнеров биткойнов

В мае 2020 года доходность майнинга биткойнов упадет из-за уменьшения вознаграждения за блок с 12,5 BTC до 6,25 BTC. Снижение доходности может означать конец для многих майнинговых компаний и частных лиц, и приводит к отключению огромного количества оборудования для майнинга биткойнов. Благодаря возможностям RSK для слитного майнинга майнеры смогут дольше работать. Поскольку объединенные майнеры Биткойнов могут осуществлять майнинг монет с нулевыми маржинальными издержками, они будут также в состоянии заниматься майнингом Биткойна до тех пор, пока дополнительный доход, обеспеченный майнингом RSK, не покроет потерю прибыли.

Также благодаря слитному майнингу участники сети развивают новые приложения, которые в будущем могут открыть совершенно новые возможности для бизнеса.

## Эмиссия активов с устойчивой стоимостью с помощью обеспечения биткойнами

RSK позволяет выпускать активы с ценами, привязанными к цене фиатной валюты или другого стабильного товара, блокируя биткойны в качестве обеспечения сделки. Стабильные активы подвержены меньшей волатильности, а сохранение биткойнов в качестве резервной валюты увеличивает их общую стоимость. Блокировка большого количества биткойнов снижает ликвидность, что также способствует повышению их стоимости. Тем не менее, самое главное, что эти созданные биткойнами стабильные токены в RSK открывают дорогу для микроплатежей со стабильными монетами, которые позволят миллиардам жителей, слабо обслуживаемым действующей финансовой системой, участвовать в глобальной цифровой экономике.

## RSK на переднем крае технологии сайдчейн биткойна

Компания RSK Labs исследует и внедряет ключевые концепции, которые могут значительно повлиять на будущее сайдчейна для биткойна. Успех RSK побудит других разработчиков сайдчейна идти дальше и извлекать пользу из уже готовой эффективной инфраструктуры слияния, предложенных операционных кодов драйвчейна и технологии RSK Labs для безопасного создания федераций с несколькими подписями. Благодаря программному обеспечению с открытым исходным кодом, оборудованию и программному обеспечению RSK Labs развивает науку и улучшает функциональные характеристики и безопасность экосистемы криптовалют в целом.

## RSK как недорогая платежная сеть биткойна

В настоящее время транзакции с биткойнами стоят в среднем  $24 \text{ ¢}^2$ , а стоимость RSK составляет  $0,46 \text{ ¢}^3$ , что в 50 раз ниже. Это значительное улучшение. Кроме того, сборы за биткойны обычно растут или падают в зависимости от спроса на блочное пространство, поэтому мы прогнозируем растущий спрос на операции внутри цепочки. После нескольких неудачных попыток увеличить размер блока биткойна с помощью хардфорка и после обновления пространства Segwit, сообщество биткойна не планирует увеличивать размер блока. Мы можем предположить, что комиссия за транзакции с биткойнами станет чрезмерно высокой для большинства приложений, связанных с ежедневными личными операциями. Блоки RSK могут содержать гораздо больше транзакций, чем блоки биткойнов, из-за уменьшенного размера транзакций, поэтому RSK, естественно, будет предлагать гораздо более низкие комиссии при том же объеме транзакций. Краткое сравнение Биткойна с RSK.

---

<sup>2</sup> <https://bitcoinfees.info/>

<sup>3</sup> <http://rskgasstation.info/>

Параметр	Биткойн	RSK
Среднее время подтверждения блока	10 минут	30 секунд (майнеры могут понизить его до 15 секунд)
Рекомендуемое время подтверждения для бирж	30 минут (3 блока)	60 минут (120 блоков) с текущим хэшрейтом слитного майнинга (40%).
Максимальное количество транзакций в секунду	3,3 транзакции в секунду (при среднем размере транзакции)	10 транзакции в секунду (внешние транзакции, по данным на январь 2019 г.) 20 транзакции в секунду (внутренние транзакции)
Текущая средняя стоимость транзакции	24 ¢	0,46 ¢

Стоимость транзакций в биткойнах напрямую связана с суммой вознаграждения за блок. Добавление транзакции в блок задерживает его распространение. За каждую миллисекунду, затраченную на распространение, платят пропорционально вознаграждению за блок, поскольку это уменьшает вероятность выбора этого блока сетью. Методы согласования наборов (такие как коды Боуза-Чоудхури-Хоккенгема, предоставляемые библиотекой [Minisketch](#)), при внедрении в Биткойн могут уменьшить эту зависимость. В настоящее время, если цена биткойна возрастет, вырастет и комиссия за транзакции. Предполагается, что Биткойн станет играть роль межбанковской клиринговой системы, а не платежной сети. Также важно отметить, что появляются платежные системы вне блокчейна, такие как Lightning Network, но эти сети, вероятно, увеличат потребность в транзакциях блокчейна для расчета и пополнения канала, также увеличивая стоимость транзакций. По мере роста стоимости пользователи будут переходить на платформы с более низкими затратами на транзакцию. А RSK дает отличную возможность совершать сделки с биткойнами при гораздо меньших затратах.

## Почему платформа RSK важна для пользователей и разработчиков Ethereum?

### Увеличьте свою базу пользователей dApp

RSK располагает уникальной пользовательской базой, изначально состоящей из обладателей биткойнеров из Латинской Америки. Сейчас RSK активно развивается в Латинской Америке и Азии. Развертывая совместимые DApps в Ethereum и RSK, разработчики и компании могут выйти на более широкий круг, одновременно уменьшая свою зависимость от любого конкретного блокчейна. Также в настоящее время существует несколько федеративных решений для соединения Ethereum и RSK и передачи токенов из одного блокчейна в другой, поэтому один и тот же токен может находиться в обоих блокчейнах.

### Ускорение стандартизации EVM/Web3

Сообщество Ethereum создало виртуальную машину со смарт-контрактами (EVM) и интерфейс для взаимодействия децентрализованных приложений с ней (Web3). Принимая эти стандарты, RSK помогает разработчикам переносить свои приложения



в RSK и повторно использовать большинство инфраструктурного программного обеспечения, разработанного для Ethereum. Но это также помогает при стандартизации, унифицируя учебный материал и уменьшая необходимость изучать еще одну архитектуру исполнения и язык программирования. В то же время все инструменты, разработанные экосистемой RSK, станут доступны и пользователям ETH.

### **Снижение рисков, связанных с постоянными форками**

В Ethereum периодически проводятся сетевые обновления. Одним из старейших объявленных и все еще обсуждаемых хардфорков Ethereum является переход от использования доказательства выполнения (PoW) к доказательству владения (PoS). Это радикальное технологическое и экономическое изменение, с которым, как ожидается, столкнутся майнеры Ethereum. Новый разрыв цепочки заставит разработчиков выбирать между оригинальной цепочкой PoW и новой цепочкой PoS. Также все еще существуют неопределенности в отношении безопасности и стабильности нового согласованного протокола. Сбой может повлиять на всех пользователей, владеющих эфиром, поэтому сообщество Ethereum может оспорить это изменение. В дополнение к этому, разработчики ядра Ethereum внедрили и продолжают в дальнейшем реализовывать изменения в алгоритме предоставления денежной массы и доказательства выполнения работы, которые повлияют на неизменность и нейтральность платформы. RSK не обладает собственным спекулятивным токеном, и Смарт биткойны всегда можно переместить обратно в биткойны, если пользователь не согласен с обновлением сети RSK, которое поддерживает сообщество. Поэтому сообщество RSK демонстрирует очень низкий уровень конфронтации, что сводит к минимуму риск раскола сообщества. С другой стороны, у биткойна есть традиция отвергать хардфорки. Таким образом, RSK является стабильной платформой в среднесрочной и долгосрочной перспективе.

### **Защита инвестиций в научные разработки от уязвимости «нулевого дня» в Ethereum.**

В большинстве блокчейнов периодически проводятся обновления сети и обновления программного обеспечения. Это связано с тем, что большинство проектов пользуются экспериментальными технологиями, и их протоколы еще не стали окончательными. Ethereum и RSK еще далеки от зрелости. Это означает, что мы можем обнаружить новые уязвимости в вопросах безопасности, аналогично тому, как это происходило ранее с Ethereum. Даже то, что до сих пор платформа RSK обеспечивала высокую степень безопасности, не гарантирует полное отсутствие рисков. Тем не менее, наличие двух совместимых платформ снижает риск потери ресурсов, предназначенных для разработки DApp, из-за катастрофического сбоя платформы. Вероятность разрыва связи намного ниже, особенно учитывая различные согласованные протоколы.

### **Увеличение пропускной способности транзакций путем переноса DApps в RSK**

Технические условия RSK лучше, чем у других платформ из-за четырех предложений сообщества, которые могут обеспечить высокую масштабируемость в цепочке. Первое предложение – это параллельная обработка транзакций, заданная RSKIP4, которая позволяет многоядерным архитектурам использовать все ядра для обработки транзакций. Это, в свою очередь, позволяет увеличить лимит газа для

блока, обеспечивая более высокую пропускную способность транзакций. Второе — LTCP, заданный RSKIP53, который позволяет сжимать транзакции и агрегировать сигнатуры транзакций, что позволяет обрабатывать гораздо больше транзакций при том же объеме пространства и ресурсах обработки. Третье — масштабирование с сокращением цепочки, которое является расширением LTCP, и позволяет еще больше сократить пространство подписи и ее обработку. Четвертое — новая улучшенная виртуальная машина с поддержкой JIT-компиляции, которая сейчас находится на этапе тестирования и доработки спецификации, и может быть предложена в качестве RSKIP.

Опираясь на эти улучшения, RSK сможет поддерживать больший объем транзакций и/или более низкие операционные издержки.

### **Снижение стоимости транзакции путем переноса DApps в RSK**

Стоимость транзакции является ограничением для многих DApps. Поскольку RSK готовится расширить возможности обработки в цепочке с помощью описанных выше предложений по масштабированию, ожидается снижение комиссионных за транзакцию. Это позволит использовать сценарии, которые стали **слишком** дорогостоящими в Ethereum.

### **Снижение риска девальвации для пакетов монет и средств сохранения стоимости**

Во многих приложениях DApp необходимо использовать криптовалюты. В качестве подтверждения владения выступают залоговые депозиты, нацеленные на предоставление приоритета при выборе услуги. Кроме того, некоторые DApps требуют внесения гарантийного депозита в качестве страховки от злонамеренного поведения. Тем не менее, другие DApps, например, DAO и платформы краудфандинга (или «народного сбора средств»), требуют, чтобы средства блокировались на длительные промежутки времени для передачи прав. Во всех этих случаях волатильность собственной криптовалюты снижает мотивацию для блокировки монет. Биткойн показал большую устойчивость в качестве платформы и меньший уровень отклонений при накоплении ценностей — это качества, унаследованные от Смарт биткойна. Поэтому RSK обладает большими возможностями для обслуживания этих приложений.

## Сценарии использования RSK

Платформа RSK предоставляет полные по Тьюрингу<sup>4</sup> смарт-контракты, как было предложено Ником Сабо в 1993 году. В то же время виртуальная машина RSK обратно совместима с виртуальной машиной Ethereum, поэтому RSK дает возможность разработчикам, использующим Ethereum, пользоваться преимуществами, которые дает устойчивость биткойна и безопасность RSK blockchain. Ниже приведен список потенциальных смарт-контрактов и сценариев использования, которые могут быть разработаны на платформе RSK.

### Каналы микроплатежей

Каналы микроплатежей позволяют двум сторонам осуществлять частые, безопасные и, как правило, малоценные платежи, выплачивая комиссионные сборы не за каждый платеж, а только один раз, после закрытия канала. Эти приложения станут ключевыми компонентами новой справедливой всеохватывающей финансовой системы, которая станет для миллиардов пользователей альтернативой системе, которая действует на сегодняшний день.

### Безблокчейновые платежные сети второго уровня и сети состояния каналов

Каналы микроплатежей служат основой для Внебиржевых платежных сетей второго уровня. Сети второго уровня способны направлять платежи от одного участника к любому другому участнику, при условии достаточной пропускной способности канала и низкого доверия третьей стороны.

Сеть второго уровня может создаваться случайными графами узлов или становиться звездообразной сетью, где небольшое количество тесно связанных хабов направляют большую часть платежей между пользователями. Сети каналов состояния позволяют ряду участников использовать многосторонние спонтанно созданные протоколы, например, игры, которые могут привести к изменениям состояния в цепочке, например, к передаче токенов, но с задержкой всех эффектов в цепочке до момента закрытия канала, что не позволяет сторонам мошенничать. Язык программирования RSK позволяет реализовать все виды сетей второго уровня с минимальными трудностями.

### Децентрализованные биржи (DEX)

Децентрализованные биржи позволяют создавать децентрализованные рынки токенов и криптовалют без участия третьих сторон. RSK поддерживает все варианты децентрализованных бирж, с бронированием заказов онлайн и вне блокчейна, а также с быстрым подтверждением заказов, от простейшего протокола TierNolan до более сложных протоколов, основанных на zk-SNARK.

---

<sup>4</sup> Несмотря на то, что контракты могут быть полными по Тьюрингу, поскольку они написаны для полного набора инструкций по Тьюрингу с использованием языков общего назначения, ресурсы, доступные для VM, ограничены.

## **Системы розничных платежей**

RSK позволяет адаптировать BTC к каждодневным розничным транзакциям по всему миру. Одним из ограничений использования Биткойна в розничной среде является время подтверждения (от 10 минут до 1 часа для обеспечения невозможности отмены). RSK позволяет пользоваться защитой системы Биткойна с подтверждением платежа всего за минуту. Торговцы смогут принимать платежи практически мгновенно без использования сторонних шлюзов. RSK также обеспечивает большее количество транзакций в секунду (тран./с), необходимое для успеха на розничном рынке. Сеть RSK использует протокол достижения консенсуса DÉCOR+ для предотвращения централизации майнинга при увеличении объема транзакций.

## **Услуги условного депонирования**

RSK позволяет создавать интеллектуальные услуги условного депонирования, в которых оракулы могут подписать транзакцию, которая определяет, следует ли разблокировать условное депонирование, если у оракула нет средств, находящихся в условном депонировании.

## **Создание криптоактивов**

RSK позволяет создавать криптоактивы (токены, альткойны и прочее), защищенные сетью биткойнов. Такими активами могут быть баллы лояльности, служебные токены или токены безопасности. Также токены могут быть деноминированными и резервными фиатными валютами. В конечном итоге их могут создавать правительства или центральные банки для предоставления недорогих программно-определяемых денег всем гражданам.

## **Предложения токенов с обеспечением биткойнами (ВТО)**

ВТО — это особый вариант создания криптовалютных активов, при котором биткойны обмениваются на недавно сгенерированные токены. Этот инструмент широко используется для краудфандинга блокчейнов, например, в Ethereum. Когда речь идет о конкретном случае RSK, ВТО позволяют стартапам получать финансирование непосредственно в биткойнах, которые являются наиболее безопасной и стабильной криптовалютой, при создании токенов в RSK blockchain, защищенном хэшрейтом Биткойна и слитным майнингом в RSK. Весь процесс выдачи токенов можно сделать ненадежным, воспользовавшись услугами моста RSK.

## **Обеспечение безопасности активов**

RSK позволяет создавать цифровые токены, подкрепленные реальными активами. Такая возможность подойдет для цифровой коммерциализации REIT, акций, выпуска долговых обязательств или любых других активов (текущих или будущих). Этот конкретный сценарий использования предоставит уникальное решение для малых предприятий в развивающихся странах, где традиционные финансовые рынки не удовлетворяют потребности в работе или росте капитала.

## **Децентрализованные переводы средств**

Этот конкретный сценарий использования особенно важен в развивающейся

экономике, где не обслуживаемое банком или не имеющее документов население вынуждено платить ростовщические проценты для того, чтобы отправить деньги на питание и жилье своим семьям. RSK позволяет использовать фиатные токены и использовать существующую инфраструктуру бирж, а наличие разных вариантов вывода криптоактивов позволит проводить денежные переводы при значительно более низких затратах.

### **Защита IP / Registry**

RSK позволяет разрабатывать контракты, которые поддерживают подтверждение существования (Proof-of-Existence – PoE). PoE позволяет частным лицам и компаниям подтвердить существование определенного документа (или права собственности) в любой момент времени с уровнем безопасности блокчейна Биткойна. Этот вариант особенно важен для жителей Латинской Америки, Африки и Азии, где действуют ненадежные механизмы идентификации и регистрации земли.

### **Системы голосования**

RSK позволяет создавать цифровую систему голосования, которая позволит провести чрезвычайно безопасные и прозрачные выборы при минимальных затратах. Кроме того, его можно использовать для обеспечения прозрачности при голосовании в советы директоров компаний или децентрализованных организаций.

### **Микролендинг**

Более 50 % мирового населения не имеет доступа к традиционной финансовой системе. Отсутствие доступа к получению кредита является прямой причиной экономического неравенства, с которым мировое сообщество сталкивается в настоящее время. RSK позволяет разрабатывать масштабируемые цифровые и программируемые договоры микрокредитования, которые дадут доступ к кредитам для 3 миллиардов беднейших жителей мира.

### **Возможность отслеживания цепочки поставок**

RSK также позволяет создать цифровые кошельки для отслеживания и определения (в электронном виде) физического местоположения конкретного продукта или партии. Этот вид контракта, помимо остальных сфер применения, может быть особенно полезен в международной и розничной торговле, пищевой промышленности и здравоохранении. Как и во всех других сценариях, при использовании RSK это может быть достигнуто за счет надежности блокчейна Биткойн с минимальными издержками.

### **Репутация в сети Интернет и электронное удостоверение личности**

Одной из главных проблем развивающихся стран является отсутствие документов и удостоверений личности у бедных слоев. Это не позволяет беднякам голосовать, получать медицинские услуги, сообщать о преступлениях/правонарушениях и получать финансовую помощь. RSK позволяет создать глобальные цифровые реестры, обеспечивающие такую же степень надежности, что и блокчейны Биткойна, но с чрезвычайно низкими издержками.

## Глобальная внутриигровая валюта

Многие многопользовательские игры имеют внутреннюю экономику, включающую собственную валюту. По мере развития этих игр виртуальная валюта становится ценной для пользователей в той же мере, что и фиатные деньги, и она часто продается на вторичных рынках. Инфляция, читерство и воровство в сети интернет несут большие риски и становятся основными проблемами пользователей. Также игровые компании могут сталкиваться с правовыми барьерами и препятствиями, обеспечивая защиту при пересылке виртуальных денег пользователей. Вместе с глобализацией мирового сообщества это произойдет и с виртуальными играми, и игроки испытают неудобства от того, что деньги, полученные в одной игре, невозможно легко использовать в другой. RSK может решить эти проблемы, позволив принимать BTC в играх (в эквиваленте Смарт биткойнов или RBTC) в качестве внутренней оплаты или для создания частных электронных активов, защищенных RSK. Платежи RSK через безблокчейновые сети второго уровня могут быть такими же быстрыми, как и платежи в системах с замкнутым контуром для низких номиналов, поэтому игровые платформы могут использовать RSK в качестве внутриигровой системы покупок, торговли между игроками и обработки предложений компаний для игроков. С помощью простого клика по URL-адресу или сканирования QR-кода можно стимулировать торговлю с использованием стандартных внешних электронных кошельков игрока, а также с перечислением комиссии в игровую компанию.

## Азартные игры в интернете и абстрактные рынки

Быстрые платежи означают также и быстрые выплаты. Сайты для азартных игр с использованием Биткойна, например, SatoshiDice, сумели организовать прием быстрых ставок без регистрации, подтверждения и транзакций в блокчейне, но с риском безопасности для самого сайта. RSK позволяет делать ставки с почти мгновенными выплатами, имея ненулевое подтверждение блока.

## Честная игра

Внедряя смарт-контракты и вместе с хорошо изученными криптографическими протоколами, такими как Mental Poker, RSK может предоставлять открытую и честную платформу для карточной игры без необходимости привлечения проверенных третьих лиц в качестве крупье.

## Не взаимозаменяемые токены (NFT)

NFT — это уникальные токены, которые могут быть связаны с определенным свойством, лицензией, продуктом или услугой. NFT легко создать на RSK, что позволяет использовать их в различных сферах деятельности, от спортивных коллекционных предметов до игровых функций или «скинов».

## Обзор технологии

Платформа RSK в своей основе представляет собой сочетание:

- Тьюринг-полной детерминированной виртуальной машины для вычисления учетных записей ресурсов (для смарт-контрактов)
- Двухсторонняя привязка сайдчейна биткойна (для деноминированного обмена BTC) на основе федерации, защищенная пользовательскими модулями HSM. После реализации протокола Drivechain в Биткойне предполагается перейти на механизм гибридного блокчейна Drivechain.
- Протокол достижения консенсуса на основе слитного майнинга с защитой от эгоистичного майнинга
- Сеть с распространением блоков с малой задержкой (для быстрых платежей).

### Виртуальная машина Тьюринга для вычисления полноты

Виртуальная машина RSK (RVM) является основой платформы смарт-контрактов. Смарт-контракты выполняются всеми полными узлами сети. Результатом выполнения смарт-контрактов может быть обработка сообщения, содержащегося внутри контракта, выполнение денежных операций и изменение состояния постоянной памяти контракта. Виртуальная машина RVM совместима с EVM на уровне кода операции, что позволяет контрактам Ethereum бесперебойно работать в RSK. В настоящее время виртуальная машина выполняется в виде интерпретации. При будущем обновлении сети сообщество RSK намерено значительно повысить производительность VM. Одно из предложений заключается в том, чтобы эмулировать EVM путем динамического ретаргетинга операционных кодов EVM в подмножество Java-подобных байт-кодов, а Java-подобная VM с ограниченной памятью и дополнительными функциями безопасности станет новой VM (RVM2). Это может поставить RSK по производительности выполнения кода близко к уровню собственного кода.

### Основные характеристики:

- Независимая виртуальная машина с высокой совместимостью с EVM на уровне кода операции.
- Запуск DApps в Ethereum при таком же уровне безопасности, как в сети Биткойн.
- Канал повышения производительности документально описан во многих RSKIP (предложениях по улучшению RSK), созданных сообществом RSK.

### Сайдчейн

Сайдчейн – это независимый блокчейн, курс оригинальной валюты которого автоматически привязан к курсу валюты другого блокчейна с помощью использования защиты платежа. Существует двухсторонняя привязка, когда две валюты можно обменивать между собой свободно, автоматически и без обсуждения цены. В RSK Смарт биткойн (RBTC) привязан к BTC в двух направлениях.

На практике, когда BTC обмениваются на RBTC, валюта не «переводится» между блокчейнами за одной транзакцией. При переводе определенное количество BTC

блокируются в системе Биткойн, и такое же количество RBTC разблокируется в RSK. Когда RBTC необходимо преобразовать обратно в BTC, RBTC снова блокируется в RSK, и такое же количество BTC разблокируется в биткойнах.

Если две платформы используют принцип Тьюринга для завершения смарт-контрактов, можно создать доверительные отношения, при которых отсутствуют привязки с участием третьих сторон. Но поскольку Биткойн в настоящее время не поддерживает смарт-контракты и собственные операционные коды для проверки внешних SPV-доказательств, часть двусторонней системы привязки в RSK требует доверия к группе полудоверенных третьих лиц (STTP), которых мы коллективно называем Федерация. Ни один STTP не может контролировать заблокированные Биткойны, и только у их большинства имеется возможность разблокировать активы Биткойнов. Каждый STTP имеет ключ для защиты заблокированного BTC. Получая команды из RSK blockchain, он разблокирует BTC, которые необходимо перевести обратно в биткойны. Обратите внимание, что если пользователь переводит BTC в RBTC и обратно, он обычно не получает биткойны, которые напрямую связаны UTXO с отправленными исходными BTC. Поэтому блокировать RBTC необходимо не для определенных пользователей, а для всей сети RSK.

Блокирование и разблокирование средств осуществляется Федерацией без какого-либо вмешательства человека. Требование быть частью Федерации — это способность проверять правильное **поведение** программного обеспечения, которое обеспечивает работу узла, особенно в отношении правильности компонента, который принимает решение об освобождении средств BTC. Компания RSK Labs разработала прошивку для аппаратного модуля безопасности (HSM), которую могут использовать STTP, чтобы обеспечить максимальную защиту своих закрытых ключей. В будущем это позволит использовать протокол проверки транзакций для дальнейшего повышения уровня безопасности.

По состоянию на январь 2019 года в состав Федерации RSK входят 15 известных и высоконадежных нотариальных контор. Ведущие компании блокчейна в настоящее время интегрируются в Федерацию RSK и принимают участие в работе автономного протокола для надежной блокировки биткойнов. За свою работу члены Федерации получают 1% от комиссионных за транзакции, генерируемые RSK, для покрытия расходов на оборудование и техническое обслуживание. Существует автоматизированный процесс изменения состава Федерации. Каждый участник Федерации может принять или отклонить изменение ее состава. Этот редко возникающий процесс управляется смарт-контрактом, поэтому он открыт для общественности. В протоколе предусмотрена согласованная принудительная задержка на одну неделю, пока изменение не будет активировано. Такая задержка позволяет пользователям перевести биткойны обратно в сеть биткойнов, если они не доверяют новой структуре Федерации.

Если Биткойн добавляет специальные коды операций или расширения для проверки подтверждений SPV в качестве хард-форка, то как только новая система станет безопасной и надежной, Федерация больше не будет нужна в роли STTP, и сообщество RSK сможет адаптировать RSK к работе без системы обеспечения доверия. Сообщество RSK также предложило использовать Drivechain BIP, который позволяет майнерам участвовать в защите биткойнов в привязке и дополнительно снижает необходимое доверие к STTP.



## Слитный майнинг

Консенсус Сатоши, основанный на использовании доказательства выполнения работы (PoW), является единственной консенсусной системой, которая предотвращает переписывание истории блокчейна при низких затратах. Сейчас в академическом сообществе продвигается использование доказательства владения (PoS) в качестве альтернативы, но пока PoW обеспечивает наивысший подтвержденный уровень безопасности. Слитный майнинг – это метод, который позволяет майнерам биткойнов одновременно добывать другие криптовалюты с почти нулевыми предельными издержками. Та же инфраструктура и настройки, которые они используют для майнинга биткойнов, одновременно используются для майнинга RSK. Это означает, что, поскольку RSK награждает майнеров дополнительными комиссиями за транзакции, это стимулирует слитный майнинг.

Мы определили три этапа роста слитного майнинга в RSK:

- Фаза раскрутки: слитный майнинг менее 30% от хешрейта биткойна.
- Фаза стабильности: слитный майнинг составляет от 30% до 60% хешрейта биткойна.
- Фаза зрелости: слитный майнинг составляет более 60% хешрейта биткойна.

Платформа RSK уже прошла фазу раскрутки, когда мошенники в сфере слитного майнинга смогут вернуть RSK blockchain к старому состоянию с небольшими затратами. По состоянию на январь 2019 года более 40% майнеров биткойна занимаются слитным майнингом в RSK. Но поскольку плата в RSK остается низкой по сравнению с вознаграждением за блоки биткойна, стоимость атаки с двойной тратой средств на RSK ниже, чем в системе Биткойна.

RSK обладает некоторыми свойствами, позволяющими снизить риск атак, связанных с отмыванием денег, например, большой срок выплаты вознаграждения майнерам. Тем не менее, исследовательская группа RSK Lab разработала несколько средств защиты проекта от атак на стабильной и зрелой фазах:

- **Подписанные уведомления:** Клиенты RSK могут использовать подписанные уведомления нотариусами. Узлы будут использовать эти уведомления для обнаружения атак Сибил и информировать об этом пользователей.
- **Прозрачные следы двойного расходования:** это метод, при котором все теги RSK для слитного майнинга дополняются информацией, используемой для поиска эгоистичных форков RSK, которые являются общедоступными в блокчейне биткойнов. Подтверждения для эгоистичных форков создаются автоматически и передаются в узлы RSK, которые распространяют их по сети. Доказательства заставляют узлы переходить в «безопасный режим», где ни одна транзакция не объявляется подтвержденной. Безопасный режим не позволяет продавцам и биржам принимать платежи, которые могут быть потрачены дважды. Как только проверенный эгоистичный форк вычленяется главной цепочкой RSK в накопленном PoW, сеть возвращается в свое нормальное состояние. Этот метод является сдерживающим фактором для любых попыток получения двойной оплаты в RSK (когда злоумышленник пытается получить вознаграждение в сети Биткойна при майнинге эгоистичного форка).

После перехода платформы в фазу зрелости, мы оцениваем, что уровень безопасности RSK будет достаточным, чтобы поддержать мировую финансовую доступность.

Основные характеристики:

- Согласованный протокол DECOR+
- 1-дневный срок вознаграждения за майнинг.
- Мы не ожидаем снижения эффективности в майнинге биткойнов из-за слитного майнинга (для позднего переключения)

### Быстрые платежи и сеть с низким значением задержки

RSK уже подключает безблокчейновые платежные сети второго уровня, но при этом стремится предоставить своим пользователям более удобную сеть платежей внутри блокчейна по сравнению с биткойнами. Для этого RSK использует протоколы DECOR+ и FastBlock5, которые позволяют создавать блок через 15 секунд, что не создает стимулов для централизации майнинга, то есть не поддерживает эгоистичный майнинг.

Основные характеристики:

- Интервал между блоками от 15 до 30 секунд (в зависимости от эффективности переключения состояния майнеров)
- Полное распространение по сети последних конкурирующих блоков позволяет предотвратить эгоистичный майнинг и снизить скорость устаревания блоков.
- Новая сетевая команда для распространения заголовков блоков с приоритетом немедленной обработки.
- Протокол DECOR+ используется для распределения награды между конкурирующими блоками.
- Протокол GHOST – для цепного взвешивания.

С момента появления биткойна наблюдается тенденция к уменьшению интервалов подтверждения транзакций с криптовалютами на основе цепочки PoW. Но небольшой интервал между блоками может повлиять на стабильность и возможности криптовалютной сети, поэтому при ее проектировании необходимо учитывать определенные факторы. Прежде всего, наиболее важным фактором, влияющим на жизнеспособность коротких интервалов подтверждения транзакций, является количество сгенерированных устаревших блоков. Основным фактором, влияющим на частоту появления устаревших блоков, является протокол распространения блоков. В RSK мы тщательно проанализировали этот протокол и создали модель для проверки производительности, удобства использования и безопасности сети.

В биткойне, когда два или более майнера имеют расшифрованные блоки на одном уровне, возникает явный конфликт интересов. Каждый конкурирующий майнер хочет, чтобы его блок был выбран остальными майнерами в качестве конечного блока лучшей цепи, в то время как остальным майнерам, как правило, не важно, какой блок из двух будет для этого выбран. Тем не менее, все остальные честные майнеры и пользователи обоснованно предпочитают выбирать один и тот же конечный блок, потому что это уменьшает вероятность обратного движения. Согласованный протокол DECOR+ задает правильные экономические стимулы для конвергентного выбора, не требуя дальнейшего взаимодействия между майнерами.

Он также использует стратегию распределения вознаграждений, которая стимулирует экономическое решение конфликтов, чтобы:

1. Решение конфликта является детерминированным, когда все стороны имеют доступ к одной и той же информации о состоянии цепочки блоков.
2. Выбранное решение позволяет максимально повысить доход для всех майнеров (в совокупности), а также для обоих конфликтующих майнеров, если награды за блок сильно отличаются.
3. Выбранное решение максимально повышает сопротивление цензуре, если для конкурирующих блоков установлена примерно одинаковая награда.
4. На решение конфликта тратится совсем немного времени.

### **Конфиденциальность транзакций**

Сама по себе платформа RSK не обеспечивает более высокий уровень защиты конфиденциальности транзакций, чем биткойн, полагаясь на использование псевдонимов. Тем не менее, виртуальная машина RSK является полной машиной по Тьюрингу, поэтому позволяет безопасно внедрить технологии обезличивания, такие как CoinJoin и использование кольцевых подписей, без участия третьих сторон.

### **Масштабируемость**

В своем нынешнем состоянии сеть RSK может выйти далеко за пределы Биткойна. Для оплаты RSK требуется пятая часть размера стандартного платежа в сети Биткойна. Используя предложенный протокол LTCP можно уменьшить размер транзакции до 1/50 размера транзакции в Биткойне. Это сразу приводит к значительному увеличению объема транзакций. Кроме того, существуют предложения сообщества (RSKIP) о включении пользовательских схем подписи: ECDSA, Schnorr и Ed25519. Поскольку Ed25519 имеет более высокую производительность, чем кривая ECDSA биткойна, использование этой схемы может привести к дополнительному повышению пропускной способности.

## Сравнение характеристик RSK

В следующей таблице мы попытались сравнить основные функции RSK с функциями других альтернативных решений, в том числе сайдчайна Liquid (Blockstream) и токена WBTC (BitGo). Liquid и WBTC привязаны к BTC. Мы постарались наглядно показать, что по сути RSK использует лучшие технические решения с низким влиянием на децентрализацию сети.

Позиция	Биткойн BTC	Ethereum ETH	Ethereum WBTC	Liquid LBTC	RSK RBTC
Среднее время подтверждения	10 мин	15 сек (GHOST)	Аналогично Ethereum	60 сек	От 15 до 30 с (DECOR+GHOST)
Порог безопасности (из-за эгоистичного майнинга или сговора)	~30%	Ниже 30%	Аналогично Ethereum	50%	50% (DECOR+GHOST)
Тьюринг-полные смарт-контракты	Нет	Да	Да	Нет	Да
Добавляет ценность для Биткойн	-	Нет	Да	Да	Да (слитый майнинг)
Интеграция с биткойнами	-	Нет	Нет	Сайдчейн	Сайдчейн
Клиенты SPV	Да	Да	Да	Да	Да
Интеграция с аппаратным кошельком	Да	Да	Частичный	Нет	Да
Гарантия завершения транзакции	Консенсус Накамото. SHA256D	Консенсус Ethereum. Ethash	Аналогично Ethereum	Федерация	(DECOR+GHOST). SHA256D PoW
Конфиденциальные транзакции	Нет	Через контракт	Нет	Да	Через контракт. Планируемая собственная поддержка
Масштабируемость [тран./с]	3 (6 с Segwit)	Неограничено, сейчас 15	Аналогично Ethereum	3 (6 с Segwit)	Неограничено, сейчас 10
Размер блокчейна	200 Гбайт	> 1,5 Тбайт	> 1,5 Тбайт	~ 300 Мбайт	~ 2 Гбайт
Безопасность привязки токенов	--	--	Одна компания	Федерация	Федерация
Токен	BTC	ETH	WBTC	LBTC	RBTC

## Роль компании RSK Labs

Компания RSK Labs зарекомендовала себя как сильный участник сообщества, создав базовую реализацию узла RSK. В настоящее время RSK Labs продолжает проводить технические работы и общественную деятельность, например:

- Поддержка разработки базовой платформы RSK благодаря периодическим обновлениям.
- Установление сотрудничества с академическими кругами.
- Поддержка каналов обсуждения внутри сообщества, форумов и страниц часто задаваемых вопросов.
- Организация конференций и местных встреч.
- Содействие использованию RSK blockchain.
- Запрос и публикация результатов периодических внешних проверок безопасности.
- Участие в обсуждениях предложенных обновлений сети.
- Проведение проверок безопасности кодовой базы RSK.
- Консультирование правительства, стартапов, предпринимателей и компаний о текущих вариантах использования сети RSK.

Поддержка RSK Labs не остается незамеченной: 20% комиссионных за транзакции платформы выплачиваются на счет, контролируемый RSK Labs.

## Будущее RSK

Сообщество RSK подготовило план развития платформы. В первые годы разработки компания RSK Labs играла активную роль в создании базовой реализации. После запуска платформы RSK, компании продолжали активно взаимодействовать с сообществом, совершенствуя кодовую базу и поддерживая улучшения через систему репозитория предложений RSKIP. Репозиторий помогает участникам сообщества координировать обсуждения, принимать или отклонять решения, проводить развертывания в нескольких кодовых базах. Мы получили множество предложений по улучшению работы платформы. Список некоторых ключевых предложений по состоянию на декабрь 2018 года:

[Распределенная память](#), [Динамическая зависимость контрактов](#), [Параллельное исполнение с использованием статических контрактных зависимостей](#), [Параллельное исполнение с использованием контрактных зависимостей от времени выполнения](#), [Операции сдвига](#), [Ограничение размера блока](#), [Постоянная арендная плата за хранилище, оплаченное кодом](#), [Майнинг без проверки](#), [Договорная минимальная цена на газ](#), [Транзакции никогда не делают блоки недействительными](#), [Код операции TXINDEX](#), [Перевод контракта в режим сна](#), [Поддержка стабильных активов и выдача токенов](#), [Смарт-контракт менеджера вознаграждений \(REMASC\)](#), [Упрощенный смарт-контракт менеджера вознаграждений \(REMASC\)](#), [Комбинированное дерево состояний](#), [Упрощенная аренда постоянных хранилищ](#), [Быстрое включение режима гибернации с использованием Trie-структуры](#), [Форматы адресов RSK](#), [Пространства для использования эфемерной памяти](#), [Аренда эффективного постоянного хранилища](#),

[Подтверждение количества элементов дерева Меркла](#), [Onchain PoUBS](#), [Новое бинарное дерево](#), [Кэши памяти](#), [Коды операций DUPN и SWAPN](#), [Аренда эффективных хранилищ данных](#), [Эфемерный Segwit](#), [Изменение стоимости создания учетной записи](#), [Разбиение кода на части](#), [Сжатие гibernации](#), [Двойное хеширование адресов](#), [Операционный код CODEREPLACE](#), [Разделы контракта с постоянными данными](#), [Управление участниками федерации BridgeMaster](#), [Инкапсуляция транзакций](#), [Умные кошельки с одним адресом](#), [Сжатие подписи](#), [Учетные записи с несколькими ключами](#), [Базовый мост для двусторонней привязки к биткойну](#), [Расширенный мост для транзакций с биткойном](#), [Удаление промежуточных состояний из запроса](#), [Формат последовательного адреса](#), [Удаление нулевой байтовой скидки из данных](#), [Новое дерево событий и расширенный LOG](#), [Механизм сбора информации о наградах за майнинг-блок](#), [Код операции CALLNUM](#), [Информирование о среднем свободном газе на блок](#), [Каналы платежных хабов один-ко-многим](#), [Варианты сценария с использованием псевдо-кода HEADER](#), [Регистр конфигурации с отображением в памяти](#), [Аренда хранилища данных с ориентацией на кэширование](#), [Операция компрессии Lumino \(LTCP\)](#), [Сумма транзакции и конфиденциальность назначения](#), [Собственные вероятностные платежи](#), [Интеллектуальный анализ без ситуационной проверки](#), [Путь деривации для иерархии детерминированных кошельков](#), [Обработка форков биткойна](#), [Дочерние контракты](#), [Кодировка контрольной суммы адресов](#), [Аренда хранилища ориентированного на кэширование \(версия EOT\)](#), [Распространение сжатых блоков с использованием пакета обновления состояния дерева \(COBLO\)](#), [Двойная подпись для агрегирования с задержкой подписания](#), [Данные TX по умолчанию](#), [Собственный внешний блокчейн вероятностных платежей](#), [Плавная корректировка уровня сложности](#), [DELEGATECALL в виде расширения набора команд](#), [Управление участниками федерации BridgeMaster](#)

Хотя некоторые предложения еще не доработаны, другие, после нескольких этапов обсуждения получили поддержку сообщества и стали частью будущих обновлений сети.

## Выводы

RSK является первой в цепочке биткойн-продукцией, которая предоставляет Тьюринг-полные смарт-контракты, совместимые со стандартами Ethereum и защищенные слиянием биткойнов.

Платформа RSK представляет собой результат пятилетних усилий по усовершенствованию технологии блокчейна. Она позволит экосистеме Биткойна пользоваться лучшими возможностями программируемых денег и платежей при одновременном увеличении использования и повышении ценности биткойна.

Инновационная структура RSK обеспечивает большую масштабируемость и снижение операционных затрат.

RSK позволит разработчикам по всему миру создавать личные и корпоративные

---

децентрализованные решения для самой защищенной сети во всем мире с низкой стоимостью транзакций, которые соответствуют широкому спектру человеческих потребностей и вариантам использования.

Платформа RSK позволит майнерам биткойна принимать участие в работе рынка смарт-контрактов, что значительно повышает ценность сферы майнинга и обеспечит ее долгосрочную устойчивость. Это способствует экономической устойчивости майнеров и повышению безопасности сети биткойна.

RSK предоставляет компаниям и пользователям Ethereum новую совместимую платформу для развертывания их решений с использованием биткойнов в качестве собственной валюты, опираясь на инфраструктуру майнинга биткойнов в вопросах обеспечения безопасности и доступа к более широкой пользовательской базе.

RSK поддерживает создание децентрализованной, мгновенной и недорогой финансовой системы на основе технологии блокчейн, которой смогут пользоваться три миллиарда человек по всему миру, оказавшихся за бортом действующей системы банковских услуг и испытывающих финансовые трудности.