**Заявка на участие в конкурсе на грантовое финансирование молодых ученых**

**по научным и (или) научно-техническим проектам на 2022-2024 годы**

**1. Аңдатпа**

Қазіргі заманғы ақпараттық-коммуникациялық жүйелер мен байланыс желілерін дамыту абоненттердің пайдалануы үшін көптеген түрлі қызметтерді ашады. Қазіргі жағдайда пайдаланушы тек адам ғана емес, сонымен қатар желіге қосылған көптеген құрылғылар. Бұл ретте жинақталатын жүктеменің қарқынды өсуі желінің жекелеген учаскелерінде артық жүктемелерді туындатады, бұл сапаның нашарлауына алып келеді.

Деректерді беру проблемаларымен қатар жылыжай-өнеркәсіптік кешендерді автоматтандыру мен басқаруда қиындықтар туындайды.

Азық-түлік және биологиялық қауіпсіздік саласындағы жаһандық сын-қатерлердің алдын алу үшін адамзатқа жаңа типтегі ауыл шаруашылығы қажет. Жетекші халықаралық ұйымдар мен ұлттық үкіметтер жаңа экономикалық модельге және "зияткерлік" ауыл шаруашылығына оның ажырамас құрамдас бөлігі ретінде көшу мәселелеріне көбірек көңіл бөледі. "Зияткерлік" ауыл шаруашылығы автоматтандырылған шешім қабылдау жүйелерін қолдануға, өндірісті кешенді автоматтандыру және роботтандыруға, сондай-ақ "жасыл" жүйелерді жобалау және модельдеу технологияларына негізделген. Ол өндірістің жергілікті факторларын (жаңартылатын энергия көздері, биоотын, органикалық тыңайтқыштар және т.б.) барынша пайдалана отырып, сыртқы ресурстарды (отын, тыңайтқыштар және агрохимикаттар) пайдалануды, сондай-ақ қолда бар ресурстарды ұтымды пайдалануды барынша азайтуды көздейді. "Зияткерлік" ауыл шаруашылығының перспективалы технологиялары зиянкестермен тиімді, экологиялық қауіпсіз күресуді, топырақ пен жер асты суларының пайдалы қасиеттерін қалпына келтіруді және сақтауды, сондай-ақ органикалық ауыл шаруашылығының сертификаттау талаптарын сақтауды қашықтықтан интеграцияланған бақылауды қамтамасыз етеді.

Тұқымдық әлеуетті, өсімдіктерді қорғау құралдарын, машина-трактор паркінің қуатын, жаңа технологияларды пайдаланудың теңгерімсіз тәсілі кезінде егіннің өзіндік құнының 40% - на дейін жоғалады.

Көптеген холдингтер мен шаруа қожалықтары өрістерді тиімді бақылау үшін электрондық карталарды жасауға көшуде. Сондай-ақ Ақпараттандыру және мониторинг, түсімділікті картаға түсіру, залалдану дәрежесі және т.б. жүйелері, сондай-ақ сараланған технологиялар, әсіресе карта-тапсырмалар бойынша жұмыс кезінде минералды тыңайтқыштарды енгізу кезінде пайдаланылады. Бұдан басқа, пилотсыз ұшу аппараттары және Жерді қашықтықтан зондтау, ең алдымен, дақылдардың жай-күйін бақылау үшін пайдаланылады, бұл дақылдардың дамуын неғұрлым жедел және мұқият бақылауға мүмкіндік береді.

Болжам бойынша, ауыл шаруашылығындағы смарт (ақылды) құрылғылардың саны 2-3 жылдан кейін 1,5–2 есеге артуы мүмкін.

Жоба инфокоммуникациялық жүйелерде және бірнеше кездейсоқ қол жеткізудің байланыс желілерінде деректерді беру процестерінің аппараттық және бағдарламалық қамтылымын әзірлеуді, сымсыз желінің иеленіп отырған ресурсының көлеміне кездейсоқ талаптары бар, оның ішінде жанжалдармен, резервтеумен, түпнұсқалық Талдамалық әдістердің көмегімен теріс және шыдамсыз өтінімдермен (олардың негізгісі) Марков және Марков емес RQ-жүйелерінің математикалық модельдерін құруды және зерттеуді болжайды. – асимптотикалық талдау әдісі, сонымен қатар ізденушілер кіретін ғылыми мектеп ұжымы жасаған оның модификациясы) нақты егіншілік технологияларында шешілетін міндеттердің бүкіл класы үшін жалпы қорытынды жасауға және шешім қабылдауға мүмкіндік береді. Бұрын белгілі болғаннан айырмашылығы, қарастырылып отырған модельдер қазіргі заманғы ақпараттық-коммуникациялық жүйелердің трафигі үшін резервтелген ресурстардың қажетті көлемін бағалауға мүмкіндік береді. Бұл ретте болжанып отырған теориялық нәтижелер бұрын белгілі болған, ал ұсынылған әдістер жаппай қызмет көрсету теориясының шешілетін міндеттерінің класын, атап айтқанда шешімдер қабылдауда АӨК-тің нақты егіншілікті басқару жүйесі мен технологияларын жартылай автоматтандыруды кеңейтуге мүмкіндік береді.

Осылайша, осы жобаның бағыты өзекті болып табылады, ал күтілетін нәтижелер жаппай қызмет көрсету теориясын пайдалана отырып, технологиялық міндеттерді шешуде агроөнеркәсіптік кешеннің нақты егіншілігін дамыту үшін теориялық және практикалық құндылығы бар жаңа болып табылады.

**Аннотация**

Развитие современных инфокоммуникационных систем и сетей связи открывает множество различных услуг для использования абонентами. В современных условиях пользователем выступает не только человек, но и многообразие устройств, подключенных к сети. Стремительный рост генерируемой нагрузки при этом вызывает перегрузки на отдельных участках сети, что ведет к ухудшению качества.

Наряду с проблемами передачи данных возникают трудности в автоматизации и управления теплично-промышленными комплексами.

Для предотвращения глобальных вызовов в сфере продовольственной и биологической безопасности человечеству необходимо сельское хозяйство нового типа. Вопросам перехода к новой экономической модели и к «интеллектуальному» сельскому хозяйству, как ее неотъемлемому компоненту, уделяют все большее внимание ведущие международные организации и национальные правительства. «Интеллектуальное» сельское хозяйство основано на применении автоматизированных систем принятия решений, комплексной автоматизации и роботизации производства, а также технологиях проектирования и моделирования «зеленых» систем. Оно предполагает минимизацию использования внешних ресурсов (топлива, удобрений и агрохимикатов) при максимальном задействовании локальных факторов производства (возобновляемых источников энергии, биотоплив, органических удобрений и т. д.), а также рационального использования имеющихся ресурсов. Перспективные технологии «интеллектуального» сельского хозяйства обеспечивают эффективную, экологически безопасную борьбу с вредителями, восстановление и сохранение полезных свойств почв и грунтовых вод, а также дистанционный интегрированный контроль соблюдения сертификационных требований органического сельского хозяйства.

При несбалансированном подходе использования семенного потенциала, средств защиты растений, мощностей машиннотракторного парка, новых технологий утрачивается до 40 % себестоимости урожая.

Многие холдинги и крестьянские фермерские хозяйства переходят к созданию электронных карт для более эффективного мониторинга полей. Также используются системы информатизации и мониторинга, картирования урожайности, степени зараженности и т.п., а также дифференцированные технологии, особенно при внесении минеральных удобрений при работе по картам-заданиям. Кроме этого используются беспилотные летательные аппараты и дистанционное зондирование земли прежде всего для мониторинга состояния посевов, что позволяет более оперативно и тщательно отслеживать развитие культур.

По прогнозам, количество смарт (умных) устройств в сельском хозяйстве через 2–3 года может увеличиться в 1,5–2 раза.

Проект предполагает разработку аппаратного и программного обеспечения процессов передачи данных в инфокоммуникационных системах и сетях связи множественного случайного доступа, построение и исследование математических моделей марковских и немарковских RQ-систем систем со случайными требованиями к объему занимаемого ресурса беспроводной сети, в том числе с конфликтами, резервированием, с отрицательными и нетерпеливыми заявками с помощью оригинальных аналитических методов (основной из них – метод асимптотического анализа, а также его модификация, разработанная коллективом научной школы, к которой относятся соискатели), позволяющих делать общие выводы для всего класса решаемых задач и принятия решений в технологиях точного земледелия. В отличие от известных ранее, рассматриваемые модели позволят сделать оценку необходимых объемов резервируемых ресурсов для трафика современных инфокоммуникационных системах. При этом предполагаемые теоретические результаты будут обобщать ранее известные, а предложенные методы позволят расширить класс решаемых задач теории массового обслуживания, в частности полуавтоматизации системы управления и технологий точного земледелия АПК в принятии решений.

Таким образом, направление данного проекта является актуальным, а ожидаемые результаты – новыми, имеющими как теоретическую, так и практическую ценность для развития точного земледелия агропромышленного комплекса в принятии решений технологических задач с использованием теории массового обслуживания.

**2. Пояснительная записка**

1. Общая информация

1.1. Наименование темы проекта: Разработка математических моделей принятия решений и внедрение теории массового обслуживания для повышения производительности Smart-платформ на примере точного земледелия

1.2. Наименование приоритетного направления развития науки: Устойчивое развитие агропромышленного комплекса и безопасность сельскохозяйственной продукции.

1.3. Наименование специализированного научного направления: Техническое обеспечение модернизации агропромышленного комплекса, вид исследований - прикладной.

1.4. Предполагаемая дата начала и завершения проекта, его продолжительность в месяцах: 01.03.2022 – 31.12.2024, 34 месяца.

1.5. Запрашиваемая сумма грантового финансирования (на весь срок реализации проекта и по годам, в тыс. тенге): 37390,234; 2021 год – 11613,516 тыс. тенге; 2022 год – 15857,976 тыс. тенге; 2023 год – 9918,742 тыс. тенге.

1.6. Ключевые слова: точное земледелие, теория массового обслуживания, математическая модель, программное обеспечение, принятие решений.

**2. Общая концепция проекта**

2.1. Вводная часть

Проект направлен на решение научной проблемы анализа современных информационно-коммуникационных систем, в том числе сетей и систем обработки и передачи данных больших объемов, с целью повышения эффективности их проектирования, эксплуатации и надежности их функционирования в условиях высокой загрузки, в виде процессов передачи данных в инфокоммуникационных системах и сетях связи множественного случайного доступа, сохранения копий данных, ненадежность обслуживающих приборов, а также разработке асимптотических методов их исследования. Результатом совместной работы учёными будет разработано создана математическая и инфокоммуникационная система для принятия решений при реализации технологий точного земледелия АПК и смарт-технологий на примере СМО.

2.2. Цель проекта

Целью проекта является создание математической и программно-аппаратной основы по применению теории массового обслуживания для развития системы принятия решений Smart-платформами при обработке и передачи больших данных в инфокоммуникационных системах и сетях, используемых для технологий точного земледелия и Интернета вещей.

2.3. Задачи проекта

Задача 1. Построение новых вероятностных моделей процессов инфо коммуникационных систем множественного случайного доступа в виде систем массового обслуживания с повторными вызовами (Retrial Queueing) различной конфигурации

Задача 2. Разработка новых и совершенствование существующих методов исследования создаваемых математических моделей, в том числе метода начальных моментов, метода диффузионной аппроксимации, модификаций асимптотического анализа в различных предельных условиях

Задача 3. Определение основных вероятностных характеристик создаваемых моделей, в том числе оценка области применимости аппроксимаций и расчет характеристик резервирования используемых ресурсов передаваемых данных в технологиях точного земледелия

Задача 4. Исследование марковских ресурсных RQ-систем и определение основных вероятностных характеристик создаваемых моделей в инфокоммуникационных сетях

Задача 5. Определение точных вероятностных характеристик для числа заявок на орбите в рассматриваемых коммуникационных системах с экспоненциальными функциями распределения вероятностей времени обслуживания на приборе

Задача 6. Исследование немарковских RQ-систем с неэкспоненциальной функцией распределения времени обслуживания на приборе, построение аппроксимации распределений вероятностей числа заявок на орбите передачи данных инфокоммуникационных систем

Задача 7. Разработка веб-портала для инфокоммуникационных систем передачи данных от клиентов Smart-платформ

Задача 8. Тестирование разработанного веб-портала, анализ и корректировка при выявлении ошибок

Задача 9. Разработка и адаптация веб-портала для обеспечения сбора, обработки, принятия решений и передачи данных инфокоммуникационных систем

Задача 10. Разработка рекомендации по применению веб-портала, получение охранного документа на интеллектуальную собственность

Задача 11. Разработка аппаратного комплекса для прототипа Smart-платформы, используемого в точном земледелии на примере управления машинно-тракторным парком

Задача 12. Экспериментальные исследования разработанного аппаратного комплекса для прототипа Smart-платформы, используемого в точном земледелии на примере управления машинно-тракторным парком

Задача 13. Тестирование, верификация, апробация и воспроизведение результатов разработанного математического, программного и аппаратного обеспечения для принятий решений и передачи данных на примере управления машинно-тракторным парком

Задача 14. Подготовка итогового отчета о научно-исследовательской работе за 2022-2024 гг.

Задача 15. Разработка рекомендаций по дальнейшему применению и распространению результатов работы, подача заявки на получение охранного документа

**3. Научная новизна и значимость проекта**

1) Руководитель проекта Исабекова Б. Б. – доктор PhD, кандидат технических наук, имеет опыт разработки новых моделей различных технических систем, адаптации и модификации известных подходов, разработки оригинальных алгоритмов и методов исследования программных систем, а также систем обработки и передачи хранения данных в облачных архивах и в сетях инфокоммуникационных систем.

Группа заявленных ученых имеет следующие предварительные результаты:  
 - расчеты с использованием нечеткой логики на примере определения влажности грунта в зависимости от климатических условий;

- получена новая зависимость температуры грунта от его глубины и времени года, основанная на использовании теории теплопроводности Фурье и данных метеостанций, но без применения коэффициента температуропроводности;

- получены зависимости темплоемкости и температуропроводности грунта от влажности, на основе которых по известным формулам рассчитывается температура грунта. При разработке зависимостей впервые использована нечеткая логика;

- предложены базовые математические модели ресурсных систем массового обслуживания с неограниченным числом приборов, позволяющие учитывать требование заявки на предоставление случайного количества ресурса;

- разработан метод динамического просеивания, позволяющий строить модификации для исследования ресурсных систем массового обслуживания с неограниченным числом приборов, который в отличие от классической задачи исследования числа занятых приборов позволяет выполнять анализ суммарного объема занятого ресурса в системе;

- разработан метод асимптотического анализа для исследования базовых ресурсных системах с неограниченным числом приборов, позволяющий построить гауссовскую аппроксимацию суммарного объема занятого ресурса;

- алгоритмы сжатия гиперспектральных изображений без потерь и его модификация в упорядочивании и использовании разностно-регрессионных преобразований, позволяющие повысить степень сжатия и вычислительную эффективность, соответственно;

- алгоритмическое и программное обеспечение системы сжатия гиперспектральных изображений без потерь и с потерями превосходящее аналоги по степени сжатия;

Также имеются результаты проекта АР000000223, проводимого в 2021 году. Проведено комплексное исследование методов и алгоритмов сжатия гиперспектральных изображений без потерь и с потерями, а также сравнительные эксперименты по различным критериям качества восстановленных изображений для идентификации заболеваний зерновых культур в АПК. Научно-исследовательская работа проводилась на базе ГИС Центра НАО «КАТУ им. С. Сейфуллина». В ходе выполнения научных исследований были использованы учет спектральной корреляции, регрессионный анализ, разностно-дискретные преобразования, оценка критериев качества восстановленных гиперспектральных изображений и статистические методы.

В данном проекте планируется усовершенствовать методы и подходы в исследовании технологий точного земледелия и разработать научно-технологическую основу для принятия решений при их реализации с использованием систем и теории массового обслуживания.

2) Научная новизна проекта заключается в разработке новых вероятностных моделей систем передачи и обработки данных в инфокоммуникационных системах, в частности теплично-промышленном комплексе и сетях связи множественного случайного доступа, учитывающих случайный (дискретный и непрерывный) объем поступающих данных, нетерпеливость, приоритеты заявок, наличие конфликтов и вытеснения, а также в разработке методов их исследования, предназначенных для анализа, расчета и оценки ключевых показателей качества, производительности, надёжности и эффективности эксплуатации систем и принятия решений при реализации технологий точного земледелия АПК с разработкой СМАРТ-технологий.

Теоретические и прикладные основы исследований в области передачи и обработки данных в инфокоммуникационных системах базируются в основном на теории вероятностей, теории случайных процессов, теории массового обслуживания и теории телетрафика. Для анализа показателей эффективности таких систем могут быть применены различные математические модели и методы, в том числе системы массового обслуживания с повторными вызовами (Retrial Queueing) [1-3], ресурсные системы массового обслуживания [4-6] и модели стохастической геометрии [7, 8].

В монографиях российских и зарубежных ученых Г.П. Башарина, В.М., Вишневского, А.Н. Дудина, А. Меликова, К.Е. Самуйлова, E. Gelenbe, W. Whitt, G. Pujolle, D. Gross, C. Harris, L. Kleinrock, J.W. Roberts, M. Schneps-Schneppe дается подробный обзор современных приложений моделей массового обслуживания в области телекоммуникаций, современных компьютерных сетей и информационных систем [9-12].

Первоначальные исследования в области компьютерных сетей, представленные в работах Л. Клейнрока, Г.П. Башарина, М. Шварца, В.М. Вишневского, так же как в работах А.К. Эрланга, базировались на упрощенных моделях о характере информационных потоков – пуассоновские потоки и экспоненциальное распределение времени трансляции пакетов.

Одним из наиболее интересных и актуальных направлений развития ТМО в настоящее время является исследование ресурсных СМО.

Исследованию RQ-систем посвящено большое количество работ, наиболее обширный обзор значимых результатов до 2008 года представлен в монографиях J.R. Artalejo, A. Gomez-Corral, G.I. Falin, J.G.C. Templeton [13-15]. Имеющиеся на сегодняшний день научные публикации в данной области предлагают достаточно много различных моделей и подходов к их анализу.

Э.Л. Ромм и В.В. Скитович впервые сформулировали обобщение задачи Эрланга, где каждое поступающее требование обладает некоторым информационным качеством, которое авторы называют величиной требования [16]. В дальнейшем, существенный вклад в развитие методов исследования ресурсных СМО внесли O. Tikhonenko, M. Kawecka, W. M. Kempa, Е. Морозов, Р. Некрасова, Л. Потахина. К.Е. Самуйлов [17-18]. В своих работах авторы рассматривают системы обслуживания требований случайного объема, как класс систем с некоторой емкостью и зависимым или независимым временем обслуживания требований от их объема

Ресурсные СМО с ограниченными ресурсами как модели беспроводных сетей связи следующего поколения используются в работах T. Kimura, T. Murase, T. Okuda, T. Czachorski, T. Nycz, F. Pekergin, К.Е. Самуйлова, В.А. Наумова [19-21]. Несколько работ A. Печинкина и С. Шоргина с коллегами посвящены исследованию суммарного объема заявок в системах, функционирующих в дискретном времени.

Несмотря на большой перечень прикладных задач, которые могут быть решены с использованием моделей массового обслуживания с поступающими потоками требований случайного объема, на сегодняшний день точные аналитические результаты по исследованию суммарного объема, находящихся требований в системе, существуют только для случая пуассоновского входящего потока и классических СМО.

Однако результаты исследований реальных потоков свидетельствуют о наличии корреляции и большой дисперсии между моментами поступления запросов, что обуславливает применение моделей коррелированных потоков (Markovian Arrival Process). Поэтому развитая в работах Г.П. Башарина, М. Ньютса, Д. Лукантони теория СМО с коррелированными потоками нашла широкое применение при исследовании телекоммуникационных систем. Обзор значимых результатов по моделям с коррелированными потоками и методам их исследования можно посмотреть в [22-24].

Вместе с тем следует отметить, что для систем с непуассоновским входящим потоком (то есть немарковских систем) в настоящее время не существует универсального подхода к исследованию, большинство результатов получены с помощью имитационного моделирования, а аналитические результаты получены лишь для некоторых частных случаев. Сложность исследования ресурсных систем с повторными вызовами обусловлена тем, что в настоящее время не существует универсального подхода к исследованию, поэтому для работы над проектом предполагается использовать асимптотические методы исследования СМО, развиваемые в Томской научной школе по прикладному вероятностному анализу под руководством доцента Пауль С. В. Такие методы позволяют получить приемлемые для практики асимптотические выражения для искомых характеристик системы в случаях, когда их допредельное исследование невозможно. Различные асимптотические методы и подходы в теории массового обслуживания описаны в [22-24] и др.

Таким образом, проект предполагает построение и исследование математических моделей систем массового обслуживания на примере теплично-промышленного комплекса со случайными требованиями к объему занимаемого ресурса беспроводной сети, в том числе с обратной связью и разнотипными запросами на обслуживание, с расщеплением (копированием) заявок, групповым обслуживанием, ненадежными приборами. В отличие от известных ранее, рассматриваемые модели позволят сделать оценку необходимых объемов резервируемых ресурсов для трафика интернета вещей и выработать стратегию распределения ресурсов с конкурирующим трафиком. При этом предполагаемые теоретические результаты будут обобщать ранее известные, а предложенные методы позволят расширить класс решаемых задач теории массового обслуживания в инфокоммуникационных сетях и технологий точного земледелия в принятии решений прикладных задач АПК. Разработанное программное и аппаратное обеспечение для управления теплично-промышленного комплекса будет выполнено с учетом всех проведенных исследований с использованием современных языков программирования Java/C#/ Phyton.

Все это определяет актуальность создания математической и инфокоммуникационной системы для обеспечения или реализации смарт-технологий для принятия решения в точном земледелии АПК, целью построения математических моделей, позволяющих модифицировать, совершенствовать и разрабатывать методы анализа и расчета показателей качества обслуживания в инфокоммуникационных системах.

3) Исследовательская команда подобрана из специалистов области математики, телекоммуникации и информационных технологий.

Конечные результаты проекта предполагают разработанный комплекс проблемно-ориентированных программ, реализующий вычисление основных вероятностных и временных характеристик исследуемых моделей (систем) с возможностью ввода любых исходных данных, а также рекомендации к проектированию сетей связи на основе математического анализа указанных моделей. Разработанные алгоритмы и программные средства могут быть использованы для расчета важнейших для планирования сетей показателей качества обслуживания и показателей качества восприятия пользователей, что обусловит широком спектр применения полученных результатов в научно-исследовательских, проектных организациях и в телекоммуникационных организациях в области сельского хозяйства, на основании теоретических исследований и разработанного аппаратного и программного обеспечения для управления точного земледелия АПК .

4) Результаты исследований систем массового обслуживания и разработанного программного обеспечения будут в соответствующем порядке зарегистрированы как интеллектуальная собственность с получением патента и авторских свидетельств. Проводимые исследования опираются на опыт предыдущих работ в соответствующей отрасли.

В ходе проекта будут предложены новые математические модели телекоммуникационных сетей в виде ресурсных систем массового обслуживания с повторными вызовами (Retrial Queueing system) различной конфигурации, в том числе многолинейные, с отрицательными и нетерпеливыми заявками, с конфликтами и без конфликтов, с приоритетным обслуживанием и вытеснением. Исследование указанных моделей предполагается проводить с помощью оригинальных аналитические методов, а именно модификаций метода асимптотического анализа в различных условиях, методом диффузионной аппроксимации, методом просеянного потока и др. В ходе выполнения проекта будут получены методы и модели для основных вероятностно-временных характеристик исследуемых моделей, а также реализован вычислительный аппаратный комплекс программного обеспечения для численного расчета характеристик реальных телекоммуникационных систем в технологиях и принятий решений в управлении точного земледелия АПК.

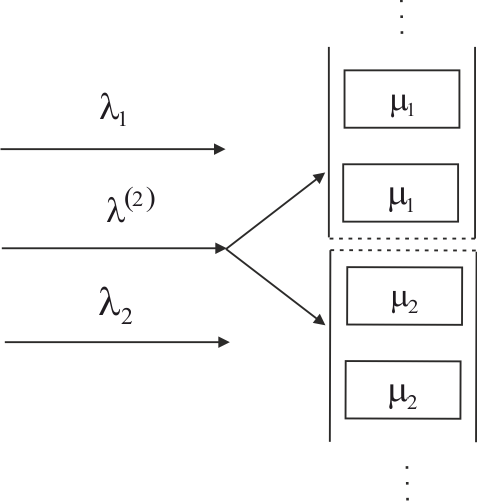
**4. Методы исследования и этические вопросы**

1) В ходе выполнения проекта будут применены и использованы методы математического моделирования, математический аппарат теории вероятностей, теории случайных процессов, теории массового обслуживания, теории дифференциальных уравнений, методы оптимизации, численные методы, методы имитационного моделирования и информационные технологии.

Однако указанных подходов недостаточно ввиду ограниченности области их применимости и сложности исследуемых систем (например, аналитический вид решения можно получить довольно в редких случаях, а работоспособность имитационной модели ограничена производительностью вычислительной техники). В связи с этим предполагается использование оригинальных методов исследования: метод диффузионной аппроксимации, метод начальных моментов, модификации метода асимптотического анализа.

2) Основным методом исследования предлагаемых моделей предполагается метод асимптотического анализа, активно развивающийся исполнителями научной группы и позволяющий получать аналитические результаты в тех случаях, когда они не могут быть получены с использованием классических подходов теории массового обслуживания.

В исследовании будут предложены системы с двумя и более боками обслуживания (рис. 1), каждый из которых содержит неограниченное число приборов. На вход поступает три простейших потока с интенсивностью  для сдвоенных заявок, для заявок первого и второго типа соответственно.



*Рис.1 СМО с параллельным обслуживанием заявок смешанного типа*

Система массового обслуживания определяется тем, что одна из заявок сдвоенного потока поступает в первый, а другая во второй блоки обслуживания и занимает любой из свободных приборов, на котором выполняется ее обслуживание в течение случайного времени, распределенного по экспоненциальному закону с параметрами  и соответственно. Также в систему поступают два простейших потока заявок  и , заявки которых занимают свободные приборы в соответствующем типу заявки блоке обслуживания.

Используя метод характеристик (Эльсгольц Л.Э) получаем систему дифференциальных уравнений вида:



Учитывая свойства производящих функций получим математическое ожидание числа обслуженных заявок в первом и втором блоках системы:





 , .

Дисперсия числа обслуженных заявок в первом и втором блоках системы имеет вид:



В исследовании будет проведено исследование СМО с неограниченными блоками обслуживания, каждый из которых содержит неограниченное количество приборов. Будут получены математические модели для определения производящей функции двумерного выходящего потока, определено, что одномерные маргинальные вероятности являются пуассоновскими, найдены основные вероятностные характеристики для моделирования технических устройств в принятии решений точного земледелия АПК.

3) Интеграция перечисленных методов и подходов позволит провести исчерпывающий анализ исследуемых систем и определить характеристики их функционирования, такие как распределение вероятностей числа заявок в системе, числа занятого ресурса и их совместные распределения в рассматриваемых моделях.

4) Для выполнения численных расчетов характеристик функционирования систем и оценки области применимости асимптотических результатов будут использоваться имитационное моделирование и методы математической статистики.

Для исследования рассмотренных моделей систем параллельного обслуживания будет использоваться аппарат теории вероятностей, теории случайных процессов, теории массового обслуживания, теории дифференциальных уравнений. Для процессов, характеризующих состояния систем параллельного обслуживания пуассоновского входящего потока и экспоненциального времени обслуживания заявки на приборе будет применяться -метод составления уравнений Колмогорова, решение которых находится с помощью метода производящих функций. Для систем с непуассоновскими входящими потоками будет применяться метод начальных моментов и метод асимптотического анализа в условии эквивалентного роста времени обслуживания заявок в каждом блоке.

Результаты, полученные в исследовании, будут иметь как теоретическое, так и прикладное значения.

5) Каждый участник ознакомлен со стандартами норм научной этики и интеллектуальной честности. Результаты исследований и разработанного программного обеспечения будут в соответствующем порядке зарегистрированы как интеллектуальная собственность с получением патента и авторских свидетельств.

**5. Исследовательская группа и управление проектом**

Состав исследовательской группы согласно таблице 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Ф.И.О. (при его наличии), образование, степень, ученое звание | Основное место работы, должность | Индекс Хирша, идентификаторы ResearcherID, ORCID, Scopus Author ID (при наличии) | Роль в проекте или программе, а также характер выполняемой работы | Краткое обоснование участия |
| 1 | Исабекова Бибигуль Бейсембаевна, инженер-системотехник по специальности «Компьтерные системы обработки информации и управления», доктор PhD по специальности «Электроэнергетика» | Некоммерческое акционерное общество «Торайгыров университет», ассоциированный профессор | Индекс Хирша в базе Scopus-1,  ScopusAuthor ID56826203500.  ResearcherID - ABF-5705-2020,  ORCID - 0000-0001-5044-3211, | Руководитель,  Руководство и мониторинг и выполняемых задач проекта. Участие в подготовке статей, патентов, промежуточных и итоговых отчетов. | Координация и руководство проектом.  Сфера научных интересов: методологические основы обучения информатике, электроэнергетика, автоматизация |
| 2 | Саринова Асия Жумабаевна, инженер-системотехник по специальности «Компьтерные системы обработки информации и управления», доктор PhD по специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение» | Некоммерческое акционерное общество «Казахский агротехнический университет им. Сейфуллина», старший преподаватель | Индекс Хирша в базе Scopus-3,  ScopusAuthor ID – 56662216400  ORCID: 0000-0003-4254-376X | Исполнитель, главный научный сотрудник.  Разработка программного обеспечения для расчета и визуализации на портала/Desktop/мобильного приложения основных характеристик инфокоммуникационных систем передачи данных для контроля передаваемеой информации в используемых технологиях точного земледелия в режиме реального времени и принятия решений. Проведение экспериментальных исследований и подготовка публикаций по результатам проекта. Составление отчетов по НИР (2022-2024 гг.). | Разработка программного и аппаратного обеспечения для реализации технологий точного земледелия. |
| 3 | Дунаев Павел Александрович, инженер электросвязи по специальности «Автоматическая электросвязь»,  доктор PhD по специальности «Радиотехника, электроника и телекоммуникации» | Некоммерческое акционерное общество «Казахский агротехнический университет им. Сейфуллина», старший преподаватель | Индекс Хирша в базе Scopus-1,  Scopus Author ID: 57208718183, ORCID: 0000-0003-0379-315X, | Исполнитель, ведущий научный сотрудник, выполнение задач проекта в создании инновационных технологически научно-обоснованных решений для повышения эффективности передачи данных инфокоммуникационных систем/ Проведение экспериментальных исследований и подготовка публикаций по результатам проекта. Составление отчетов по НИР (2022-2024 гг.). | Разработка инфокоммуникационной системы для принятия решений и реализация технологий точного земледелия |
| 4 | Пауль Светлана Владимировна, экономист –математик по специальности «Математические методы в экономике», кандидат физико-математических наук по специальности «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» | Национальный исследовательский Томский государственный университет,  доцент | Индекс Хирша в базе Scopus-4,  ScopusAuthor ID – 57031144200 ORCID:0000-0002-3681-0676 | Исполнитель, ведущий научный сотрудник.  Разработка новых и развитие существующих методов исследования указанных математических моделей, в том числе метода начальных моментов, метода диффузионной аппроксимации, модификаций асимптотического анализа в различных предельных условиях.  Проведение экспериментальных исследований и подготовка публикаций по результатам проекта | Разработка математических моделей и методов передачи данных сетях связи множественного случайного доступа, учитывающих случайный объем поступающих данных от аппаратного комплекса |
| 5 | Амир Ерлан Камалиевич, бакалавр по специальности «Аграрная техника и технологии», магистр по специальности «Автоматизация и управление» | Некоммерческое акционерное общество «Казахский агротехнический университет им. Сейфуллина»,  докторант 1 курса по специальности «Автоматизация и управление» | - | Младший научный сотрудник,  проведение теоретических и экспериментальных исследование, формирование базы данных, анализ источников информации | Тема докторской диссертации соответствует теме проекта |
| 6 | Вакансия | Некоммерческое акционерное общество «Казахский агротехнический университет им. Сейфуллина»,  магистрант по специальности «Энергообеспечение и автоматизация сельского хозяйства» | - | Младший научный сотрудник,  проведение теоретических и экспериментальных исследование, формирование базы данных, анализ источников информации | Тема докторской диссертации соответствует теме проекта |

Полный перечень трудов по каждому члену коллектива можно получить из личной карточки в АИС. Наиболее значимые публикации научного руководителя:

1. [Zaitseva, N.M.](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56727729400), Issabekovа B.B., [Kletsel’, M.Y.](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603237321) Determination of soil parameters to calculate soil resistivity Russian Electrical Engineering May 2015, Volume 86, Issue 5, pp 275-281. <https://doi.org/10.3103/S1068371215050119>
2. B.B. Issabekova, D.A. Nosovskii A Zhantlesova The control system of a steady short-circuit current measurement using the expert estimation method // 2015 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON 2015) Omsk, Russia 21-23 May 2015. с.423-428. DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147056
3. [Issabekov, Z.B.](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57194215799), [Novozhilov, A.N.](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7003623335), [Novozhilov, T.A.](https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55772690900) Issabekovа B.B. Protection of a two-cable line from single phase-to-earth fault with absolute selectivity NEWS of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of geology and technical sciences ISSN 2224-5278, Volume 5, Number 431 (2018), 128 – 132, https://doi.org/10.32014/2018.2518-170X.18
4. Issabekovа B.B., Tokombayev, M.T., Zhantlessova, A.B. Methods for attaching magneto sensitive elements to build protections // AIP Conference Proceedings 2337, 030005 (2021); 6 Р. https://doi.org/10.1063/5.0047156.
5. Issabekov, Z.B., Novozhilov, A.N., Anarbayev, A.Y., Issabekovа B.B. Configurations of 6-10 kV cable lines and types of cable damages Cite as: AIP Conference Proceedings 2337, 030002 (2021); 4 Р. https://doi.org/10.1063/5.0047154.
6. Исабекова Б. Б., Ногай А. С., Қабылбекова О. М., Ускенбаев Д. Е., Айнақулов Е. Б., Ногай А. А., Жақсыбаева Д. К. Поиск оптимальных режимов работы гибридных накопителей электроэнергии «Вестник ПГУ», серия энергетическая. Павлодар –2017.–№ 3. – С.119-128.
7. Исабекова Б. Б., Ускенбаев Д. Е., Ногай А. С., Айнакулов Э. Б., Ускенбаев А. Д Висмут құрамды асқын өткізгішті бірікпелерге қоспалардың әсері «Вестник ПГУ», серия энергетическая. Павлодар – 2017.–№ 3. – С.148-156.
8. Исабекова Б. Б., Ускенбаев Д.Е., Ногай А.С., Алимкулова Э.Ж., Алкожа Е., Мухамедрахимова Г.И.Получение фосфатов металлов для применения в накопителях электрической энергии Вестник ПГУ. серия энергетическая, №3, стр. 198-205.
9. Исабекова Б. Б., Ускенбаев Д.Е., Ногай А.С., Айнакулов Э.Б.,Устройство обработки воды электрофизическим способом ВЕСТНИК КазНИТУ, серия технические науки, КазНИТУ имени К.И. Сатпаева, ISSN 1680-9211, № 2 (132), 2019 – с. 377-381.
10. Исабеков Ж. Б., Жантлесова А. Б., Жумадилова А. З., Исабекова Б. Б. Создание цифровой системы расчета парниковых газов на электроэнергетических предприятиях в Республике Казахстан. Вестник ПГУ. Энергетическая серия. – 2020. - №3 - C 110-118.
11. Б. Б. Исабекова, Ж. Б. Исабеков, А. Б. Жантлесова, Б. Жармакин. Проектирование изделий на FPGA // Вестник ПГУ. Энергетическая серия. – 2020. - №4 - C 178-184.
12. Б. Б. Исабекова, А.Б. Жантлесова, Ж.Б. Исабеков, Д.И. Кабенов Основы цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. – Павлодар: ПГПУ, 2020. – 199с. ISBN 978-601-267-605-1
13. Б. Б. Исабекова Айқын емес логиканы қолданудың негізінде топырақтың салыстырмалы электрлі кедергісін анықтау Павлодар :ПГПУ, 2019. – 104б Монография

Наиболее значимые публикации членов исследовательской группы:

1. Saule Abimuldina, Assiya Sarinova, Liman Sarlybayeva, Nursulu Akhmetova & Marina Pouch. Development of domestic nutrition additives. Abimuldina et al / Revista DYNA, 84(202), pp. 289-294, September, 2017. ISSN 0012-7353. DOI: http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v84n202.67057
2. The use of correlation analysis in the algorithm of dynamic gestures recognition in video sequence. The International Conference on Engineering & MIS 2019.L.N.Gumilyov Eurasian National University, 06-08 june. DOI:10.1145/3330431.3330439
3. A. Sarinova, A. Zamyatin, Hyperspectral regression lossless compression algorithm of aerospace images. E3S Web of Conferences 149, 02 03 (2020) https://doi.org/10.1051/e3sconf /20201490 RPERS 2019.
4. A. Sarinova, A. Zamyatin, The Compression Algorithm of Hyperspectral Aerospace Images with Use of Mathematical Processing and Intrabands Correlation. Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 2018, 11(8). pp.882-891. ВАК РФ.
5. Дунаев П. А. Метод оценки качества цифрового ТВ изображения передаваемого по мультисервисной сети использующей технологию подключения GPON. В кн. Вестник СибГУТИ №3, 2015. С 11-22. г. Новосибирск.
6. Dunayev P., [Abramov S.](https://library.kazatu.kz:2057/authid/detail.uri?origin=resultslist&authorId=57196511639&zone=), [Sansyzbay K.](https://library.kazatu.kz:2057/authid/detail.uri?origin=resultslist&authorId=57216492773&zone=), [Kismanova A.](https://library.kazatu.kz:2057/authid/detail.uri?origin=resultslist&authorId=57225091069&zone=) [The IP channel bandwidth during transmission of the video and tomography signals](https://library.kazatu.kz:2057/record/display.uri?eid=2-s2.0-85109152171&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Dunayev&st2=Pavel&nlo=1&nlr=20&nls=count-f&sid=de9bd52596ba5f478b1a83c557ad8c68&sot=anl&sdt=aut&sl=35&s=AU-ID%28%22Dunayev%2c+Pavel%22+57208718183%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=). [Journal of Theoretical and Applied Information Technology](https://library.kazatu.kz:2057/sourceid/19700182903?origin=resultslist) 99(12), 2021. P. 2834-2844. (<http://www.jatit.org/volumes/Vol99No12/5Vol99No12.pdf>, процентиль 36)
7. P. Dunayev, Ye. Sarsikeyev, O. Galtseva, G. Narimanova. Mathematical Model of the Throughput of an IP Network Switching Node with a Non-constant Amount of Space in the Router RAM. Progress in Material Science and Engineering, Studies in Systems, Decision and Control 351, Springer Nature Switzerland AG 2021, P. 81-88. (DOI: 10.1007 / 978-3-030-68103-6\_8, процентиль 60)
8. P. Dunayev, Ye. Sarsikeyev. [Method of objective assessment of the quality of digital TV image transmitted over NGN network using GPON access technology](http://iop.msgfocus.com/c/1il5bqZ1V5YjSqioIVsQlxqwSS). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 516 (2019) 012011. (doi: 10.1088/1757-899X/516/1/012011, процентиль 23).
9. Дунаев П.А., Сарсикеев Е.Ж., Калиев Ж.Ж. Влияние передачи данных по сети Internet на пропускную способность канала мультисервисной сети. Вестник КазАТК №4 (115), 2020. С 225-233. г. Алматы. (https://www.kaznu.kz/content/files/pages/folder21075/%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%204%20(115)%202020-2.pdf).
10. Дунаев П.А., Сарсикеев Е.Ж., Калиев Ж.Ж. Экспериментальные исследования качества цифрового телевизионного изображения при использовании технологии подключения ETTH. Вестник КазАТК №4 (115), 2020. С 233-240. г. Алматы. (<https://www.kaznu.kz/content/files/pages/folder21075/%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%204%20(115)%202020-2.pdf)>.
11. Дунаев П.А., Абрамов С.С. Производительность коммутационного узла IP-сети. Вестник связи №8. Август, 2021. С. 2-5. (<http://www.vestnik-sviazy.ru/upload/iblock/168/168566270c28c19f58b8c16c361b08b1.pdf>).
12. П.А. Дунаев, С.Ю. Рябцунов, М.А. Шукралиев. Сравнительный анализ конфигураций маршрутизатора, влияющих на изменение полосы пропускания сигнала. Доклады ТУСУР, том 19, №1, 2016. С 40-45. г. Томск. (https://journal.tusur.ru/storage/44857/issue-2016-1-19.pdf?1465985874).
13. Дунаев П.А., Рябцунов С.Ю. Статистическое моделирование IPTV-сети для оценки пропускной способности канала с учетом времени обслуживания пакетов. Доклады ТУСУР, том 20, №3, 2017. С 172-177. г. Томск. (DOI: 10.21293/1818-0442-2017-20-3-172-176).
14. Ekaterina Fedorova, Anatoly Nazarov, Svetlana Paul. Discrete Gamma Approximation in Retrial Queue MMPP/M/1 Based on Moments Calculation //LNCS. 2017. Vol. 10684. P. 121-131. doi.org/10.1007/978-3-319-71504-9\_12. **Q2 WoS**.
15. Nazarov A., Phung-Duc T., Paul S., Lizyura O. Diffusion Approximation for Multiserver Retrial Queue with Two-Way Communication //LNCS. 2020. Vol. 12563: Distributed Computer and Communication Networks. P. 567-578. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-66471-8\_43. **Q2**](https://doi.org/10.1007/978-3-030-66471-8_43.%20%20Q2) **Scopus.**
16. Nazarov A., Paul S., Pavlova E. Method of asymptotic diffusion analysis of queueing system M|M|N with feedback //LNCS. 2020. Vol. 12023. P. 131-143. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-62885-7_10> **Q2 Scopus.**
17. Nazarov A., Moiseev A., Phung-Duc T., Paul S. Diffusion Limit of Multi-Server Retrial Queue with Setup Time //Mathematics. 2020. Vol. 8, № 12. P. 2232-1-2232-20. URL: https://www.mdpi.com/2227-7390/8/12/2232 (date of access: 21.12.2020). <https://doi:10.3390/math8122232> **Q1 WoS**.
18. Moiseev A., Nazarov A., Paul S. Asymptotic Diffusion Analysis of Multi-Server Retrial Queue with Hyper-Exponential Service //Mathematics. 2020. Vol. 8, № 4. P. 531-1-531-16. <https://doi.org/10.3390/math8040531> **Q1 WoS**.

Список свидетельств на интеллектуальную собственность:

1. Исабекова Б.Б., Кабдуалиев Н.М., Клецель М.Я., Нефтисов А.В. Реле направления мощности на герконах / Инновационный патент №28736 (19)KZ(13) А4 (11) 28736 (51) G01R 19/30 (2006.01) [Текст]/:заявитель и патентообладатель ПГУ им. С. Торагырова (KZ). — № 2013/1281.1; заявл. 30.09.2013; опубл. 15.07.2014 бюл №7 - 4с..

2. Исабекова Б.Б., Жантлесова А.Б. Патент RU 2554285-C1 Способ измерения тока короткого замыкания/ заявитель «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» 2014110583/28, заявл. 19.03.2014. Опубл. 27.06.2015. Бюл. №18.

3. Исабекова Б.Б., Богдан А.В., Клецель М.Я., Исабекова Б.Б., Машрапова Р.М.Реле на герконах. Патент на изобретение 2707277 RU H01H57/00 (2006.01) / заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина". - 2019115572, заявл. 21.05.2019; опублик.: 26.11.2019 Бюл. № 33. -7с.

4. Свидетельство на право интеллектуальной собственности 008473 РК. DelayProg (программа для ЭВМ) / Саринова А.Ж. – № 20942; заявл. 14.10.2021; Опубл. 15.10.2021;. – Министерство Юстиции Республики Казахстан.

5. Свидетельство на право интеллектуальной собственности 008473 РК. DelayProg (программа для ЭВМ) / П.А. Дунаев, С.Ю. Рябцунов. – № 1105; заявл. 07.04.2017; Опубл. 23.05.2017. – Министерство Юстиции Республики Казахстан. Дунаев П.А, Рябцунов С.Ю.

6. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом. DelayProg 2 (программа для ЭВМ) / П.А. Дунаев. – № 6789; Дата создания объекта 11.10.2019; Опубл. 04.12.2019. – РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности» Министерство Юстиции Республики Казахстан

**6. Исследовательская среда**

У заявителя имеется собственная материально техническая база, представленная в таблице 2.

Таблица 2- Материально-техническая база **Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Вид оборудования, прибора, инвентаря | Назначение оборудования, прибора, инвентаря | Члены группы, имеющие навыки для работы оборудованием |
|  | Встраиваемая платформа Nvidia Jetson | Платформа вычислений для искусственного интеллекта | Исабекова Б.Б, Саринова А.Ж, Дунаев П.А. |
|  | Комплект контроллеров Pycom для передачи данных | Программируемый микроконтроллер | Исабекова Б.Б, Саринова А.Ж, Дунаев П.А.  Пауль С.В. |
|  | Плата контроллер Orbitty Carrier | Предназначена для модулей NVIDIA® Jetson™, оборудована интерфейсами USB 3.0, USB 2.0 OTG, HDMI, Gigabit Ethernet, microSD, 2x UART 3,3 В, I2C и 4x GPIO. Предназначена для встраиваемых робототехнических в малом форм-факторе | Исабекова Б.Б, Саринова А.Ж, Дунаев П.А.,  Амир Е.К. |
|  | Плата контроллер Astro Carrier | Предназначена для модулей NVIDIA Astro имеет 2 порта GbE, порт HDMI, 8 видеовходов U.FL и 3 входа камеры CSI-2.Плата дополнительно оснащена портом USB 2.0, 2 портами USB 2.0, аудиовыходом HD и различными последовательными интерфейсами и интерфейсами GPIO, слот mini-PCIe и разъем mSATA. Astro отличается промышленным температурным режимом от -40 до 85 ° C. | Исабекова Б.Б, Саринова А.Ж, Дунаев П.А.,  Амир Е.К. |
|  | Компьютер Core i5, 8400, 2.8, 16 Gb/1 Tb/256 SSD/ GTX1050 / 21,5’’ | Для работы с вычислительными, графическими и моделируемыми операциями | Исабекова Б.Б, Саринова А.Ж, Дунаев П.А.,  Амир Е.К.  Пауль С.В. |
|  | Плата-концентратор 8 канальный | Для подключения компьютерных и периферийных устройств | Дунаев П.А.,  Амир Е.К. |
|  | Маршрутизаторы Teltonika RUT240 (GSM), Teltonika RUT850 (GPS), Teltonika RUT950 (3/4G) | Соединение с удаленными объектами различными протоколами / способами | Исабекова Б.Б,  Саринова А.Ж,  Дунаев П.А.,  Амир Е.К. |
|  | ПО ArcGIS10.1 | Картографирование, составление алгоритмов, создание геобазы данных | Исабекова Б.Б,  Саринова А.Ж,  Пауль С.В. |
|  | ПО ENVI 5.5 | Картографирование, дешифрирование косм снимков | Исабекова Б.Б,  Саринова А.Ж  Пауль С.В. |
|  | ПО ERDAS 2018 | Картографирование, дешифрирование косм снимков | Исабекова Б.Б,  Саринова А.Ж  Пауль С.В. |
|  | Гиперспектральная камера, Headwall | Аэрофотосъемка с 270 канальной камерой | Исабекова Б.Б,  Саринова А.Ж,  Дунаев П.А. |
|  | Мультиспектральная камера | Аэрофотосъемка с 5 канальной камерой | Исабекова Б.Б,  Саринова А.Ж,  Дунаев П.А. |
|  | БПЛА вертолетного типа | Аэрофотосъемка  Полевые исследования | Саринова А.Ж,  Дунаев П.А.,  Амир Е.К. |
|  | БПЛА  Самолетного типа | Аэрофотосъемка  Полевые исследования | Саринова А.Ж,  Дунаев П.А.,  Амир Е.К. |
|  | GPS Навигатор | Координирование  Полевые исследования | Саринова А.Ж,  Дунаев П.А.,  Амир Е.К. |

Индустриальным партнером является ТОО Фирма «В и Д», который в рамках соглашения предоставляет материально-техническую базу для проведения экспериментов, а также софинансирование проекта.

Для успешной реализации проекта, а также для проведения научных исследований и опытно-конструкторских работ, с использованием материально-технической базы партнера запланированы следующие научные командировки:

1. г. Алматы, Казахстан. Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет. Участие в Международной научно-практической конференции молодых ученых «Научный взгляд молодых: поиски, перспективы, инновации в АПК». Обмен опытом по направлению проекта.

2. г. Павлодар, Казахстан. Торайгыров Университет. Участие в Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «Сатпаевские чтения». Обмен опытом по направлению проекта.

3. г. Москва, Россия.Российский Государственный Аграрный Университет - МСХА имени К.А. Тимирязева. Участие в Международной конференции «Агротехнологии-2021», Круглый стол «Промышленность 4.0: технологическая трансформация NDE 4.0». Обмен опытом по направлению проекта.

4. г. Караганда, Казахстан. Участие в Международной научно-практической конференции «Сагиновские чтения». Обмен опытом по направлению проекта.

5. г. Москва, Россия. Российский Государственный Аграрный Университет - МСХА имени К.А. Тимирязева. Участие в Международной конференции «Агротехнологии-2021», Круглый стол «Промышленность 4.0: технологическая трансформация NDE 4.0». Обмен опытом по направлению проекта.

6. г. Алматы, Казахстан. Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет. Участие в Международной научно-практической конференции молодых ученых «Научный взгляд молодых: поиски, перспективы, инновации в АПК». Обмен опытом по направлению проекта.

7. г. Караганда, Казахстан. Участие в Международной научно-практической конференции «Сагиновские чтения». Обмен опытом по направлению проекта.

8. г. Павлодар, Казахстан. Торайгыров Университет. Участие в Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «Сатпаевские чтения». Обмен опытом по направлению проекта.

9. г. Томск, Россия. Томский политехнический университет. VI Международная конференция по инновациям в неразрушающем контроле SibTest 2022. Обмен опытом в Научно-производственной лаборатории "Чистая вода" (<https://tpu.ru/university/structure/department/view?id=7886>), стажировка

10. Davisstate, USA, University of California. Знакомство с исследованиями и лабораториями College of Engineering, обмен опытом, стажировка.

**7. Обоснование запрашиваемого финансирования**

Сводный расчет расходов по реализации проекта представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Сводный сметный расчет расходов по запрашиваемой сумме

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование статьи расходов | Объем финансирования, тыс. тенге | | | |
| Всего | 2022 год  (1-й год) | 2023год  (2-й год) | 2024 год  (3-й год) |
| 1. | Оплата труда (включая налоги и другие обязательные платежи в бюджет) | 47 788, 020 | 14 055, 300 | 16 866, 360 | 16 866, 360 |
| 2. | Служебные командировки | 6 895, 489 | 2 276, 796 | 3 510, 444 | 1 108, 249 |
| 3 | Научно-организационное сопровождение, прочие услуги и работы | 9 100, 000 | 1 000, 000 | 3 300, 000 | 4 800, 000 |
| 4. | Приобретение материалов (для физических и юридических лиц), приобретение оборудования и (или) программного обеспечения (для юридических лиц) | 7 427, 509 | 6 393, 707 | 59, 393 | 974, 409 |
| 5. | Расходы на аренду, эксплуатационные расходы оборудования и техники, используемых для реализации исследований | 3 750, 000 | 1 250, 000 | 1 250, 000 | 1 250, 000 |
| Итого | | 74961,018 | 24975,803 | 24986,197 | 24999,018 |

Детализированная информация по годам и статьям расходов представлена в таблицах 3-7 АИС «НЦГНТЭ» <https://is.ncste.kz/>.

Ниже приведены пояснения к соответствующим статьям расходов.

По статье «Оплата труда (включая налоги и другие обязательные платежи в бюджет)» предполагается вознаграждение за труд исследовательской группы с учетом выплаты отпускных, кроме выплат компенсационного и стимулирующего характера. По разработке новых знаний, методов и средств, формированию кадровой элиты казахстанской экономики, достижению результатов проекта. Распределение заработной платы в соответствие с планируемым объемом работы, доли трудового участия, имеющихся знаний и навыков, и качества результатов труда представлено в таблице 3.

В статье«Служебные командировки» *з*апланированы командировки по Казахстану (таблица 4) членов исследовательской группы в г. Алматы (Национальный центр государственной научно-технической экспертизы) для проверки и сдачи годового отчета. Из расчета 1 МРП в 2022 году составляет 3063 тенге, 2023 - 3201 тенге, 2024 – 3462 тенге, наем жилого помещения не более 7 МРП в сутки для города Алматы, не более 6 МРП в городах областного значения.

Запланирована командировка в г. Томск (Национальный исследовательский Томский государственный университет) для обмена опытом и написание совместных публикаций в международных базах данных Scopus (таблица 5) По Российской Федерации суточные составляет не более 80 долларов США в сутки, проживание не более 220 долларов США в сутки за стандартный номер.

На заключительном этапе проекта запланирована командировка в штат Дэвис, Соединенные штаты Америки (University of California) суточные не более 100 долларов США в сутки, проживание не более 260 долларов США в сутки за стандартный номер, согласно с постановлением Правительства Республики Казахстан от 11 мая 2008 года № 256 "Об утверждении Правил возмещения расходов на служебные командировки за счет бюджетных средств, в том числе в иностранные государства".

В статье «Научно-организационное сопровождение, прочие услуги и работы» для качественного достижения цели запланированы:

В статье «Приобретение материалов (для физических и юридических лиц), приобретение оборудования и (или) программного обеспечения (для юридических лиц)» запланировано приобретение оборудования и материалов для реализации плана проекта, а именно приобретение оборудования, материалов и комплектующих для создания отдельных элементов устройства, а также информационно-измерительной техники для проведения лабораторных экспериментов. Для снижения риска обеспечения материально-технической базой по проекту стоимость оборудования учтена с возможным увеличением цены в последующих годах (30%).

В статье «Расходы на аренду, эксплуатационные расходы оборудования и техники, используемых для реализации исследований» запланированы эксплуатационные расходы оборудования и техники, используемых для реализации исследований. Расходы, связанные с электро-, тепло-, водоснабжением и водоотведением, а также с проведением банковских операций.

**8. План реализации проекта**

Детальный, последовательный план работ по проекту согласно таблице 8.

Таблица 8 - Календарный план разработки проекта.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование  задач и мероприятий по их реализации | Срок выполнения | | | Ожидаемые результаты реализации проекта (в разрезе задач и мероприятий), форма завершения |
| Начало  (месяц) | Окончание  (месяц) | |  |
| 2022 год | | | | | |
| 1 | Построение новых вероятностных моделей процессов инфо коммуникационных систем множественного случайного доступа в виде систем массового обслуживания с повторными вызовами (Retrial Queueing) различной конфигурации | 03.2022 | | 04.2022 | Будут построены новые вероятностные модели процессов инфо коммуникационных систем множественного случайного доступа в виде систем массового обслуживания с повторными вызовами (Retrial Queueing) различной конфигурации |
| 2 | Разработка новых и совершенствование существующих методов исследования создаваемых математических моделей, в том числе метода начальных моментов, метода диффузионной аппроксимации, модификаций асимптотического анализа в различных предельных условиях | 05.2022 | | 06.2022 | Будут разработаны новые и усовершенствованы существующие методы исследования создаваемых математических моделей, в том числе метода начальных моментов, метода диффузионной аппроксимации, модификаций асимптотического анализа в различных предельных условиях |
| 3 | Определение основных вероятностных характеристик создаваемых моделей, в том числе оценка области применимости аппроксимаций и расчет характеристик резервирования используемых ресурсов передаваемых данных в технологиях точного земледелия | 07.2022 | | 08.2022 | Будут определены основные вероятностные характеристики создаваемых моделей, в том числе оценка области применимости аппроксимаций и рассчитаны характеристики резервирования используемых ресурсов передаваемых данных в технологиях точного земледелия |
| 4 | Исследование марковских ресурсных RQ-систем и определение основных вероятностных характеристик создаваемых моделей в инфокоммуникационных сетях | 09.2022 | | 10.2022 | Будут проведены исследования марковских ресурсных RQ-систем и определены основные вероятностные характеристики создаваемых моделей в инфокоммуникационных сетях |
| 5 | Определение точных вероятностных характеристик для числа заявок на орбите в рассматриваемых коммуникационных системах с экспоненциальными функциями распределения вероятностей времени обслуживания на приборе | 11.2022 | | 31.12.2022 | Будут определены точные вероятностные характеристики для числа заявок на орбите в рассматриваемых коммуникационных системах с экспоненциальными функциями распределения вероятностей времени обслуживания на приборе.  Будет подана 1 (одна) заявка на участие в международной конференции. |
| 2023 год | | | | | |
| 6 | Исследование немарковских RQ-систем с неэкспоненциальной функцией распределения времени обслуживания на приборе, построение аппроксимации распределений вероятностей числа заявок на орбите передачи данных инфокоммуникационных систем | 01.2023 | | 03.2023 | Будут проведены исследования немарковских RQ-систем с неэкспоненциальной функцией распределения времени обслуживания на приборе и будут построены аппроксимации распределений вероятностей числа заявок на орбите передачи данных инфокоммуникационных систем |
| 7 | Разработка веб-портала для инфокоммуникационных систем передачи данных от клиентов Smart-платформ | 04.2023 | | 06.2023 | Будет разработан веб-портал для инфокоммуникационных систем передачи данных от клиентов Smart-платформ |
| 8 | Тестирование разработанного веб-портала, анализ и корректировка при выявлении ошибок | 07.2023 | | 08.2023 | Будет протестирован разработанный веб-портал, проведен анализ и корректировка при выявлении ошибок |
| 9 | Разработка и адаптация веб-портала для обеспечения сбора, обработки, принятия решений и передачи данных инфокоммуникационных систем | 09.2023 | | 10.2023 | Будет разработан и адаптирован веб-портал для обеспечения сбора, обработки, принятия решений и передачи данных инфокоммуникационных систем |
| 10 | Разработка рекомендации по применению веб-портала, получение охранного документа на интеллектуальную собственность | 11.2023 | | 31.12.2023 | Будут разработаны рекомендации по применению веб-портала, и будет получен охранный документ на интеллектуальную собственность.  Будет подан/принят/ опубликован 1 (один) доклад на участие в международной конференции, индексируемой базами Scopus и/или WoS.  Будет разработано учебное пособие по результатам научно-исследовательской работы. |
| 2024 год | | | | | |
| 11 | Разработка аппаратного комплекса для  прототипа Smart-платформы,  используемого в точном земледелии на примере управления машинно-тракторным парком | 01.2024 | | 03.2024 | Будет разработан аппаратный комплекс для  прототипа Smart-платформы,  используемого в точном земледелии на примере управления машинно-тракторным парком |
| 12 | Экспериментальные исследования разработанного аппаратного комплекса для  прототипа Smart-платформы,  используемого в точном земледелии на примере управления машинно-тракторным парком | 04.2024 | | 06.2024 | Будут проведены экспериментальные исследования разработанного аппаратного комплекса для  прототипа Smart-платформы,  используемого в точном земледелии на примере управления машинно-тракторным парком |
| 13 | Тестирование, верификация, апробация и воспроизведение результатов разработанного математического, программного и аппаратного обеспечения для принятий решений и передачи данных на примере управления машинно-тракторным парком | 07.2024 | | 08.2024 | Будут проведено тестирование, верификация, апробация и воспроизведение результатов разработанного математического, программного и аппаратного обеспечения для принятий решений и передачи данных на примере управления машинно-тракторным парком |
| 14 | Подготовка итогового отчета о научно-исследовательской работе за 2022-2024 гг. | 09.2024 | | 10.2024 | Будет подготовлен итоговый отчет о научно-исследовательской работе за 2022-2024 гг. |
| 15 | Разработка рекомендаций по дальнейшему применению и распространению результатов работы, подача заявки на получение охранного документа | 11.2024 | | 31.12.2024 | Разработка рекомендаций по дальнейшему применению и распространению результатов работы, подача заявки на получение охранного документа.  Будут опубликованы 2 (две) статьи и (или) обзоры в рецензируемых научных изданиях по научному направлению проекта, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти);  Будет опубликована 1 (одна) статья или обзор в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКСОН. |

**9. Ожидаемые результаты**

Будут опубликованы 2 (две) статьи и (или) обзоры в рецензируемых научных изданиях по научному направлению проекта, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти). Будет опубликована 1 (одна) статья или обзор в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКСОН. Каждая статья будет содержать информацию об идентификационном регистрационном номере и наименовании проекта, с указанием грантового финансирования в качестве источника.

Будут построены новые вероятностные модели процессов инфо коммуникационных систем множественного случайного доступа в виде систем массового обслуживания с повторными вызовами (Retrial Queueing) различной конфигурации

Будут разработаны новые и усовершенствованы существующие методы исследования создаваемых математических моделей, в том числе метода начальных моментов, метода диффузионной аппроксимации, модификаций асимптотического анализа в различных предельных условиях

Будут определены основные вероятностные характеристики создаваемых моделей, в том числе оценка области применимости аппроксимаций и рассчитаны характеристики резервирования используемых ресурсов передаваемых данных в технологиях точного земледелия

Будут проведены исследования марковских ресурсных RQ-систем и определены основные вероятностные характеристики создаваемых моделей в инфокоммуникационных сетях

Будут определены точные вероятностные характеристики для числа заявок на орбите в рассматриваемых коммуникационных системах с экспоненциальными функциями распределения вероятностей времени обслуживания на приборе.

Будет подана 1 (одна) заявка на участие в международной конференции.

Будут проведены исследования немарковских RQ-систем с неэкспоненциальной функцией распределения времени обслуживания на приборе и будут построены аппроксимации распределений вероятностей числа заявок на орбите передачи данных инфокоммуникационных систем

Будет разработан веб-портал для инфокоммуникационных систем передачи данных от клиентов Smart-платформ.

Будет протестирован разработанный веб-портал, проведен анализ и корректировка при выявлении ошибок.

Будет разработан и адаптирован веб-портал для обеспечения сбора, обработки, принятия решений и передачи данных инфокоммуникационных систем.

Будут разработаны рекомендации по применению веб-портала, и будет получен охранный документ на интеллектуальную собственность.

Будет разработано учебное пособие по результатам научно-исследовательской работы.

Будет разработан аппаратный комплекс для прототипа Smart-платформы, используемого в точном земледелии на примере управления машинно-тракторным парком.

Будут проведены экспериментальные исследования разработанного аппаратного комплекса для прототипа Smart-платформы, используемого в точном земледелии на примере управления машинно-тракторным парком.

Будут проведено тестирование, верификация, апробация и воспроизведение результатов разработанного математического, программного и аппаратного обеспечения для принятий решений и передачи данных на примере управления машинно-тракторным парком.

Будет подготовлен итоговый отчет о научно-исследовательской работе за 2022-2024 гг.

Будут разработаны рекомендации по дальнейшему применению и распространению результатов работы, подача заявки на получение охранного документа.

**10. Библиография**

1. Samouylov, K., Naumov, V., Sopin, E., Gudkova, I., Shorgin, S. Sojourn Time Analysis for Processor Sharing Loss System with Unreliable Server // Analytical & Stochastic Modelling Techniques & Applications ASMTA, 2016. P. 284-297.

2. Тихоненко О.М. Система обслуживания с разделением процессора и ограниченными ресурсами // Автоматика и телемеханика. 2010. Т. 71. № 5. С. 803-815.

3. Naumov V., Samuilov K., Samuilov A. On the total amount of resources occupied by serviced customers // Automation and Remote Control. 2016. Т. 77. № 8. С. 1419-1427.

4. Наумов В.А., Самуйлов К.Е. О моделировании систем массового обслуживания с множественными ресурсами // Вестник РУДН. Серия: Математика, информатика, физика. 2014. №3. C.60-64.

5. Haenggi M. Stochastic Geometry for Wireless Networks // Cambridge University Press. 2012.

6. Вишневский В.М., Дудин А.Н., Клименок В.И. Стохастические системы с коррелированными потоками. Теория и применение в телекоммуникационных сетях. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2018. 564 с.

7. Lakatos L., Szeidl L., Miklos T. Introduction to Queueing Systems with Telecommunication Applications. Springer US, 2013.

8. Степанов С.Н. Теория телетрафика. Концепции, модели, приложения. М.:Горячая линия – Телеком. 2016. 860 с.

9. Вишневский В.М., Дудин А.Н., Клименок В.И. Стохастические системы с коррелированными потоками. Теория и применение в телекоммуникационных сетях. М.: Рекламно-издательский центр "ТЕХНОСФЕРА", 2018. 564 с.

10. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей. М.: Эко-Трендз, 2010. 392 с.

11. Artalejo J. R., Gomez-Corral A. Retrial Queueing Systems: A Computational Approach. – Springer, 2008. 309 p.

12. Tikhonenko O., Kempa W.M. On the queue-size distribution in the multi-server system with bounded capacity and packet dropping // Kybernetika. 2013. Vol. 49, No. 6. P. 855-867.

13. Tikhonenko O., Kempa W.M. Performance evaluation of an M/G/n-type queue with bounded capacity and packet dropping // International Journal of Applied Mathematics and Computer Science. 2016. Vol. 26, No. 4. P. 841-854.

14. Naumov V., Samouylov K. Analysis оf multi-resource loss system with state dependent arrival and service rates // Probab. Eng. Inform. Sc., 2017.Vol. 31. No. 4. P. 413-419.

15. Naumov V., Samouylov K., Sopin E., Andreev S. Two approaches to analysis of queuing systems with limited resources // Ultra-Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops Proceedings. – IEEE, Piscataway, NJ, USA, 2014. P. 485-488.

16. Samouylov K., Sopin E., Vikhrova O. Analysis of queueing system with resources and signals // Comm. Com. Inf. Sc., 2017. Vol. 800. P. 358-369.

17. Sopin E., Vikhrova O., Samouylov K. LTE network model with signals and random resource requirement // 9th Congress (International) on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops Proceedings.— Munich, Germany: IEEE, 2017. P. 101-106.

18. Горбунова А.В., Наумов В.А., Гайдамака Ю.В., Самуйлов К.Е. Ресурсные системы массового обслуживания как модели беспроводных систем связи // Информатика и её применения, 2018. Т. 12. Вып. 3. С. 48-55.

19. Наумов В.А., Самуйлов К.Е., Самуйлов А.К. О суммарном объеме ресурсов, занимаемых обслуживаемыми заявками // Автоматика и телемеханика. 2016. №8. С. 125-135.

20. Наумов В.А., Самуйлов К.Е. Анализ сетей ресурсных систем массового обслуживания // Автоматика и телемеханика, 2018. №5. С. 59-68.

21. Наумов В.А., Самуйлов К.Е. О моделировании систем массового обслуживания с множественными ресурсами // Вестник РУДН. Серия: Математика. Информатика. Физика. 2014. №3. С. 60-64.

22. Назаров А.А., Моисеева С.П. Методы асимптотического анализа в теории массового обслуживания // Томск : Изд-во НТЛ, 2006. 112 с.

23. Назаров А.А., Пауль С.В., Лизюра О.Д. Асимптотический анализ RQ-системы с N типами вызываемых заявок в предельном условии большой задержки заявок на орбите // Вестн. Том. гос. ун-та. УВТиИ. 2019. № 48. С. 13-20.

24. Nazarov A., Paul S. A Cyclic Queueing System with Priority Customers and T-Strategy of Service //CCIS. 2016. Vol. 678. P. 182-193.

**3. "Расчет запрашиваемого финансирования"**

Таблицы 1-15 представлены на портале <https://is.ncste.kz/>.

**Оборудование и ПО**

1. Сервер
2. Система ГИС <https://www.esri-cis.ru/ru-ru/industries/agriculture>
3. SQL server
4. OC Linux
5. Домен
6. MySQL Community Server 8.0.27
7. ПК для управления
8. ASP.NET Core. Разработка приложений для сайтов
9. МФУ, клавиатура и мышь

Таблица 1 – Состав исследовательской группы по проведению научных исследований

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Ф.И.О., степень/ученая степень, ученое звание | Основное место работы, должность | Роль в проекте или программе | Занятость (полная, неполная) | Период работы по проекту (месяцев) | | |
| 1-й год | 2-й год | 3-й год |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 2 – Сводный сметный расчет расходов по запрашиваемой сумме

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование статьи расходов | Объем финансирования | | | |
| Всего | 1-ый год | 2-ой год | 3-ий год |
| Заработная плата (Оплата труда) | 17280000 | 5760000 | 5760000 | 5760000 |
| Научные командировки (Служебные командировки) в пределах Республики Казахстан | 153208 | 76604 | 76604 | 0 |
| Научные командировки (Служебные командировки) за пределы Республики Казахстан | 16212016 | 3690462 | 9356092 | 3165462 |
| Услуги сторонних организаций (Прочие услуги и работы) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Приобретение материалов | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Приобретение оборудования и (или) программного обеспечения (для юридических лиц) | 1478770 | 1478770 | 0 | 0 |
| Научно-организационное сопровождение | 40000 | 0 | 0 | 40000 |
| Аренда помещений (физических лиц) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Аренда оборудования и техники | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Эксплуатационные расходы оборудования и техники, используемых для реализации исследований | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Налоги и другие обязательные платежи в бюджет | 2226240 | 607680 | 665280 | 953280 |

Таблица 3 – Оплата труда

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Позиция | Занятость (полная / не полная) |  | Оплата труда, тенге | | | | | |  |
| Ставка, тенге в месяц | **1-й год** | | **2-й год** | | **3 год** | | Всего (гр.6+ гр.8+ гр. 10) |
| Кол-во месяцев работы | Сумма (гр.3× гр.4× гр.5) | Кол-во месяцев работы | Сумма (гр.3× гр.4× гр. 7) | Кол-во месяцев работы | Сумма (гр.3× гр.4× гр. 9) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | Научный руководитель | 1,0 | 140000 | 12 | 1680000 | 12 | 1680000 | 12 | 1680000 | 5040000 |
| 2 | старший научный сотрудник | 1,0 | 120000 | 12 | 1440000 | 12 | 1440000 | 12 | 1440000 | 4320000 |
| 3 | научный сотрудник | 1,0 | 120000 | 12 | 1440000 | 12 | 1440000 | 12 | 1440000 | 4320000 |
| 4 | младший научный сотрудник | 1,0 | 50000 | 12 | 600000 | 12 | 600000 | 12 | 600000 | 1800000 |
| 5 | младший научный сотрудник | 1,0 | 50000 | 12 | 600000 | 12 | 600000 | 12 | 600000 | 1800000 |
| Итого: | | | |  | 5760000 |  | 5760000 |  | 5760000 | 17 280 000 |

Таблица 4 – Служебные командировки в пределах Республики Казахстан

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Пункт назначения (наименование населенного пункта, область) | Нормы возмещения расходов на 1 чел., тенге3 | | Среднегодовое количество человеко-дней | | Среднегодовое количество командируемых, человек | Средняя стоимость одного проезда в оба конца, тенге | Всего, тыс. тенге гр.7× (гр.3×гр.5+ гр.4×гр.6)+ гр.7×гр.8 |
| суточные (2МРП) | наем жилого помещения | для суточных расходов | по найму жилого помещения |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. | 2021год (1-й год) | | | | |  | х |  |
| 1.1 | Павлодар | 10604 | 12000 | 1 | 4 | 1 | 18000 | 76604 |
| 2. | 2022год (2-й год) | | | | |  | х |  |
| 2.1 | Павлодар | 10604 | 12000 | 1 | 4 | 1 | 18000 | 76604 |
| Итого (гр. 1 + гр. 2 + гр. 3) | | | | | |  | 36000 | 153208 |

Таблица 5 – Служебные командировки за пределы Республики Казахстан

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Пункт назначения (страна, город)4 | Наименование статьи расходов5 | Стоимость, тенге | Среднегодовое количество человеко-дней | Среднегодовое количество командируемых, человек | Всего, тыс. тенге (гр. 4 × гр. 5 × гр. 6) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | 2021 год (1-й год) всего | | х | х |  |  |
| 1.1. | Москва, Москва и Московская обл. | Проезд в оба конца6 , тенге | 150000 | 6 | 3 | 2700000 |
| Проживание, тенге в сутки | 9191 | 6 | 3 | 165438 |
| Суточные, тенге в сутки | 16668 | 6 | 3 | 300024 |
| Визовые расходы, тенге | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Медицинская страховка, тенге | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Всего | | |  |  | 3165462 |
| 2.2 | Томск, Томская обл. | Проезд в оба конца, тенге | 18000 | 5 | 3 | 270000 |
| Проживание, тенге в сутки | 7000 | 5 | 3 | 105000 |
| Суточные, тенге в сутки | 10000 |  | 3 | 150000 |
| Визовые расходы, тенге | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Медицинская страховка, тенге | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Всего | | |  |  | 525000 |
| 2. | 2022 год (2-й год) всего | | х | х |  |  |
| 2.1. | Москва, Москва и Московская обл. | Проезд в оба конца, тенге | 150000 | 6 | 3 | 2700000 |
| Проживание, тенге в сутки | 9191 | 6 | 3 | 165438 |
| Суточные, тенге в сутки | 16668 | 6 | 3 | 300024 |
| Визовые расходы, тенге | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Медицинская страховка, тенге | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Всего | | |  |  | 3165462 |
| 2.2 | Томск, Томская обл. | Проезд в оба конца, тенге | 18000 | 5 | 3 | 270000 |
| Проживание, тенге в сутки | 7000 | 5 | 3 | 105000 |
| Суточные, тенге в сутки | 10000 |  | 3 | 150000 |
| Визовые расходы, тенге | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Медицинская страховка, тенге | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.3 | Всего | | |  |  | 525000 |
| Пиза, Италия | Проезд в оба конца, тенге | 150000 | 15 | 2 | 4500000 |
| Проживание, тенге в сутки | 20853 | 15 | 2 | 625590 |
| Суточные, тенге в сутки | 16668 | 15 | 2 | 500040 |
| Визовые расходы, тенге | 30000 | 1 | 1 | 30000 |
| Медицинская страховка, тенге | 10000 | 1 | 1 | 10000 |
| Всего | | |  |  | 5665630 |
| 3. | 2023 год (3-й год) всего | | х | х |  |  |
| 3.1. | Москва, Москва и Московская обл. | Проезд в оба конца, тенге | 150000 | 6 | 3 | 2700000 |
| Проживание, тенге в сутки | 9191 | 6 | 3 | 165438 |
| Суточные, тенге в сутки | 16668 | 6 | 3 | 300024 |
| Визовые расходы, тенге | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Медицинская страховка, тенге | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Всего | | |  |  | 3165462 |
| Итого (гр. 1 + гр. 2 + гр. 3) | | | х | Х |  | 16 212 016 |

Таблица 6 – Прочие услуги и работы – не предусмотрено

Таблица 7 – Приобретение материалов – не предусмотрено

Таблица 8 – Приобретение оборудования и (или) программного обеспечения (для юридических лиц)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Производитель, модель, основные характеристики | Единица измерения | Кол-во, единиц | Стоимость за единицу, тенге | Общая стоимость, тенге (гр.5 × гр.6) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | 2021 год (1-й год), всего | | |  | х |  |
| 1.1. | Моноблок | Моноблок 23.8" HP 24-F1007UR White (6PW85EA) | шт. | 4 | 344990 | 1379960 |
| 1.2. | Многофункцио-нальное устройство | МФУ HP Europe Laser MFP 135W Принтер-сканер | шт. | 1 | 72890 | 72890 |
| 1.3 | Мышь | Мышь проводная Logitech M100 (L910-005003) | шт. | 4 | 3990 | 15960 |
| 1.4 | Клавиатура | Клавиатура проводная Sven KB -S300 черная | шт. | 4 | 2490 | 9960 |
| Итого | | | |  | Х | 1 478 770 |

Таблица 9 – Научно-организационное сопровождение

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование услуг | Результат услуги, его основные характеристики | Единица измерения | Кол-во единиц | Стоимость всего, тенге |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 3. | 2023 год (3-й год), всего | | х | х |  |
| 3.1. | патент | получение патента на программное обеспечение, регистрация в Казахстане, и России | шт. | 2 | 40000 |
| Итого (гр.1 + гр.2 + гр. 3) | | | х | х | 40000 |

Таблица 10 – Аренда помещений - не предусмотрена

Таблица 11 – Аренда оборудования и техники - не предусмотрена

Таблица 12 – Эксплуатационные расходы оборудования и техники, используемых для реализации исследований - не предусмотрены

Таблица 13 - Налоги и другие обязательные платежи в бюджет

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Расчеты по налогам | Налогооблагаемый фонд оплаты труда или облагаемая сумма, тенге | Сумма, тенге | | | | | | |
| Ставка, % | 20\_\_\_ год (1-й год) | Ставка, % | 20\_\_\_ год (2-й год) | Ставка, % | 20\_\_\_ год (3-й год) | Всего (гр.5 + гр.7+ гр.9) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1. | Расчет расходов на уплату социального налога | 5184000 | 6 | 311040 | 6 | 311040 | 6 | 311040 | 933120 |
| 2. | Расчет расходов на уплату социальных отчислений в Государственный фонд социального страхования | 5184000 | 3,5 | 18144 | 3,5 | 18144 | 3,5 | 181440 | 544320 |
| 3. | Отчисления на обязательное социальное страхование | 5760000 | 2 | 115200 | 3 | 172800 | 3 | 172800 | 460800 |
| 4. | Обязательные пенсионные взносы работодателя | 5760000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 288000 | 288000 |
| 5 | Другие обязательные платежи в бюджет: | 0 |  | 0 |  | 0 | 0 | 0 | 0 |
|  | Итого | х | х | 607680 | х | 665280 | х | 953280 | 2 226 240 |

Таблица 14 - План работ по реализации

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование задач, мероприятий по реализации задач проекта | Начало выполнения работ | Длительность, месяцев | Ожидаемые результаты реализации проекта (в разрезе задач и мероприятий), форма завершения | | |
| 1-ый год | 2-ый год | 3-ый год |
| 1. | Построение новых вероятностных моделей процессов коммуникационных систем множественного случайного доступа в виде систем массового обслуживания с повторными вызовами (Retrial Queueing) различной конфигурации, в том числе с непуассоновскими неординарными входящими потоками, а именно: ресурсные одно- и многолинейные RQ-системы с конфликтами и без конфликтов, RQ системы с потерями, с отрицательными и нетерпеливыми заявками, RQ системы с приоритетами и вытеснением; | 06.01.2021 | 3 | новые математические модели систем передачи процессов передачи данных в инфокоммуникационных сетях в виде систем массового обслуживания с повторными вызовами (Retrial Queueing system) со случайным объемом: одно- и многолинейные RQ-системы, с дискретным и непрерывным объемом запросов на дополнительные ресурсы, с конфликтами и без конфликтов, с нетерпеливыми заявками (потерями), с отрицательными заявками (вывод системы из строя), с приоритетами и вытеснением |  |  |
| 2 | Разработка новых и развитие существующих методов исследования указанных математических моделей, в том числе метода начальных моментов, метода диффузионной аппроксимации, модификаций асимптотического анализа в различных предельных условиях: высокой интенсивности входящих потоков и высокой загрузки, долгой задержки в источнике повторных вызовов, долгой "терпеливости"; | 01.04.2021 | 4 | разработка модификации метода асимптотического анализа для исследования при условии высокой загрузки, долгой задержки на орбите, долгой терпеливости заявок и др. Эти методы будут применены для исследования указанных моделей, в результате чего будут получены вероятностные характеристики систем, а именно распределения вероятностей числа заявок в системе. |  |  |
| 3 | Нахождение основных вероятностных характеристик указанных моделей, в том числе оценка области применимости аппроксимаций и расчет характеристик резервирования используемых ресурсов; | 01.08.2021 | 4 | отчёты экспериментальных исследований. Публикация в рецензируемых научных журналах международной базы Scopus, ККСОН. Участие в международных конференциях Казахстана, России и Европы. |  |  |
| 4 | с помощью разработанных методов исследовать марковские ресурсные RQ-системы и определить основные вероятностные характеристики указанных моделей (например, распределение вероятностей числа поступивших заявок в системе; распределение вероятностей числа заявок на орбите; распределение вероятностей времени пребывания заявки в системе/на орбите; распределение вероятностей состояний прибора). | 01.12.2021 | 4 |  | Теоретические результаты проекта послужат новым этапом развития теории массового обслуживания и теории телетрафика, в результате чего появится информационная и компетентностная база для многолетних научных исследований в указанном научном направлении. |  |
| 5 | С помощью численных матричных методов найти точные вероятностные характеристики для числа заявок на орбите в рассматриваемых системах с экспоненциальными функциями распределения вероятностей времени обслуживания на приборе. | 01.04.2022 | 4 |  | отчёты экспериментальных исследований. Публикация  в рецензируемых научных журналах международной базы Web of Science, ККСОН. |  |
| 6 | Построить модификации асимптотического метода и применить их для исследования указанных моделей при условиях высокой интенсивности входящих потоков, высокой загрузки и долгой задержки в ИПВ, долгой терпеливости (для систем с «нетерпеливыми «заявками»). | 01.08.2022 | 4 |  | отчёты экспериментальных исследований алгоритмов распараллеливания обслуживания. Публикация в рецензируемых научных журналах международной базы Thomson Reuters, Scopus. Участие в международных конференциях Казахстана, России и Европы. |  |
| 7 | С помощью разработанных методов провести исследование немарковских RQ-систем с неэкспоненциальной функцией распределения времени обслуживания на приборе, построить аппроксимации распределений вероятностей числа заявок на орбите; распределение вероятностей времени пребывания заявки в системе/на орбите. | 01.12.2022 | 3 |  | отчёты экспериментальных исследований. Публикация  в рецензируемых научных журналах международной базы Web of Science, ККСОН. |  |
| 8 | Разработка программного обеспечения для расчета и визуализации на ЭВМ основных характеристик исследуемых систем, анализа полученных аналитических результатов и их сравнения с известными частными случаями; оценки точности результатов и определения границ применимости разрабатываемых аппроксимаций. | 01.03.2023 | 3 |  |  | разработка программных модулей для расчета и визуализации на ЭВМ основных характеристик исследуемых систем, с помощью имитационного моделирования получены оценки точности асимптотических результатов и определены границы их применимости. |
| 9 | Разработка документации к применению программного обеспечения. Описание в документации разработанных математических моделей к программному обеспечению. | 01.06.2023 | 3 |  |  | подготовка итогового ЕСКД на новое программное обеспечение. |
| 10 | Подготовка отчета о научно-исследовательской работе за 2021-2023 гг. | 01.09.2023 | 4 |  |  | получение патента РК и РФ. Публикации в рецензируемых научных журналах международной базы Web of Science, Thomson Reuters, Scopus, ККСОН. Участие в международных конференциях Казахстана, России и Европы. Написание совместной монографии на основе проведенных исследований. |

Таблица 15 - План внесения вклада партнером

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование партнера, адрес, контактная информация | Форма вклада (не более 50 слов) | Стоимость вклада, тыс. тенге | Дата внесения (дд.мм.гггг) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ИП "Васильев"  г. Павлодар,  улица Ломова 181/1-21  87075546506  programtsu2017@gmail.com | Софинансирование | 373902.34 | 15.02.2021 |