

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Иваненко, А.А. Острота проблемы не снижается / Иваненко А.А. // Железнодорожный транспорт. – 2018. – № 10. – С. 23–26.
- [2] Красюков, Н.Ф. Моделирование нагруженности конструкции кабины машиниста при столкновении локомотива с препятствием / Красюков Н.Ф., Оганьян Э.С., Ноздрачева В.А. // Тяжелое машиностроение. – 2006. – № 8. – С. 34–35.
- [3] Красюков, Н.Ф. Моделирование динамического поведения системы твердых тел в задаче конструкционной защиты локомотива в аварийной ситуации / Красюков Н.Ф. // Мехатроника, автоматика и робототехника: Материалы международной научно-практической конференции. – Новокузнецк: НИЦ МС, 2019. – №3. – С. 52–59.
- [4] Оганьян, Э.С. Расчеты и испытания на прочность несущих конструкций локомотивов: учеб. пособие / Оганьян Э.С., Волохов Г.М. // М.: ФГБОУ «Учебно-метод. центр по образованию на ж.-д. тр-те». – 2013. – 336 с.

УДК 629.764.7

Г.Т. Ермолдина^{1,2,a}, К.А. Алипбаев^{1,3,b}, А.М. Бапышев^{1,c}, А.У. Утегенова^{1,3,d}

¹Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК,
Алматы, Казахстан

²Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан

³Алматинский университет энергетики и связи имени Г.Даукеева, Алматы, Казахстан
agulerm@mail.ru, k.alipbayev@aes.kz, ako-bapyshev@mail.ru, utegenova77@mail.ru

ОЦЕНКА ПОЖАРООПАСНОСТИ РАЙОНОВ ПАДЕНИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Аннотация. Рассмотрено текущее состояние районов падения космодрома Байконур и негативные последствия техногенного воздействия на окружающую среду в районах падения при пусках перспективных ракет-носителей типа «Иртыш» с маршевыми жидкостными двигателями. Предлагаемый подход предусматривает выделение участков для падения отработавших ступеней ракет-носителей, в частности, предлагаются участки с наиболее устойчивой к техногенному воздействию территории внутри существующих районов падения. Разработан метод выбора этих участков на основе создания информационно-аналитической системы района падения, которая будет элементом существующей системы экологического мониторинга космодрома Байконур.

Ключевые слова: ракета-носитель, технология, пожароопасность, район падения, отработавшая ступень, космоснимок.

Аңдатпа. Байқоңыр ғарыш айлағының құлау аудандарының ағымдағы жай-күйі және марштық сұйық қозғалтқыштары бар "Ертіс" үлгісіндегі перспективалық тасымалдағыш зымырандарды ұшыру кезінде құлау аудандарындағы қоршаған ортаға техногендік әсер етудің теріс салдарлары қаралды. Ұсынылған тәсіл зымыран-тасығыштардың пайдаланылған сатыларының құлауы үшін учаскелерді бөлуді көздейді, атап айтқанда, қолданыстағы құлау аудандарының ішінде техногендік әсерге неғұрлым төзімді аумақтар ұсынылады. Байқоңыр ғарыш айлағының қолданыстағы экологиялық мониторинг жүйесінің элементі болатын құлау ауданының ақпараттық-талдау жүйесін құру негізінде осы учаскелерді таңдау әдісі әзірленді.

Түйінді сөздер: зымыран тасығыш, технология, өрт қауіптілігі, құлау ауданы, пысықталған саты, ғарыш түсірілімі

Abstract. The current state of the fall areas of the Baikonur cosmodrome and the negative consequences of man-made impact on the environment in the fall areas during the

launches of promising launch vehicles of the Irtysh type with marching liquid engines are considered. The proposed approach provides for the allocation of sites for the fall of spent launch vehicle stages, in particular, sites with the most resistant to man-made impact of the territory within the existing fall areas are proposed. A method for selecting these sites has been developed based on the creation of an information and analytical system of the fall area, which will be an element of the existing environmental monitoring system of the Baikonur cosmodrome.

Keywords: launch vehicle, technology, fire hazard, fall area, spent stage, satellite image

Введение

Интенсивные пуски ракет-носителей (РН) с жидкостными ракетными двигателями (ЖРД) привели к отчуждению и засорению обширных площадей, причем треть из них подвергается загрязнению токсичными компонентами ракетных топлив. В Республике Казахстан расположено 46 районов площадью 36 068,82 кв.км.

Длительная эксплуатация районов падений (РП) отработавших ступеней (С) привела к появлению обширных техногенно аномальных зон [1]. Потери экологической ценности ландшафтов Казахстана под воздействием ракетно-космической деятельности, исчисляется по средневзвешенному показателю 40 тыс.руб/га (на 1991 год) и составляют для районов влияния 2024 млрд. руб., в том числе для РП 184 млрд. руб.

Наибольшее негативное воздействие испытывают районы падения отработавших первых ступеней ракет-носителей [2-3]. Отработавшие первые ступени отделяются на высотах 60-90 км. Скорость движения ступени при вхождении в плотные слои атмосферы недостаточна для её разрушения, которое может произойти в результате аэродинамических перегрузок или вследствие взрыва при перегреве баков остатками топлива. В случае падения первых ступеней, содержащих остатки НДМГ и азотного тетраоксида, при ударе об грунт возможен взрыв, в результате чего фрагменты ступени разлетаются в стороны от места падения, а продукты сгорания и не прореагировавшие остатки топлива попадают в атмосферу и почву [4].

Первые ступени ракет, использующих углеводородное топливо, падают без взрыва. Керосин, оставшийся в незначительных объемах в элементах конструкции, проливается на почву и испаряется в атмосферу. В таких случаях может происходить воспламенение проливов.

Наиболее вероятными причинами возникновения пожаров являются жидкие остатки КРТ в баках ОС, которые воспламеняются при разрушении топливных отсеков ОС в момент удара о поверхность грунтов в РП. Печально известный пример запуск РН "Союз-2.1а" [5], когда вследствие падения ОС с невыработанными остатками КРТ вспыхнул пожар, в результате тушения которого погибли люди. Площадь степного пожара достигла десяти тысяч гектаров. Техногенный характер возгорания усугубился условиями сложных погодных условий (жаркой погодой, ветром).

Практика эксплуатации РН показала, что возгорания и пожары, повреждения растительного покрова из-за падения ОС происходят преимущественно в РП отработавших ускорителей первых ОС с кислородно-керосиновыми маршевыми ЖРД [3].

Постановка задачи

На вероятность возникновения пожаров существенное влияние оказывают [6]: а) положение того или иного участка в высотном спектре территории (продолжительность периода со снежным покровом), б) характер подстилающих субстратов, угол наклона и экспозиция (которые во многом определяют перераспределение осадков по территории), в) характер собственно растительности (наличие или отсутствие ветоши, характер травяно-кустарничкового яруса (высота, густота, возможность «усыхания»).

Пожарную опасность определяют такие пожарно-технические характеристики, как горючесть; воспламеняемость; скорость распространения пламени по поверхности; дымообразующая способность; токсичность [5].

Устойчивость экосистем к пирогенному воздействию определяется, прежде всего, их способностью к воспламенению и горючестью. Образование горючей среды обусловлено наличием в нем достаточного количества горючего вещества - растительной биомассы, обладающей различными показателями горения.

В качестве дополнительного критерия второго уровня при оценке допустимой нагрузки при механическом и пирогенном воздействии предлагается учет скорости восстановления фитоценоза после антропогенного нарушения, о чем свидетельствует динамика постпирогенных сукцессий [6].

Исследование пожароопасности районов падения отделяющихся частей ракет-носителей предполагает изучение данных районов методами дистанционного зондирования Земли на основе выявленных критериев, определяющих наиболее негативные последствия и пожарную опасность территорий.

Для реализации данных исследований необходимы обеспечения следующих действий:

а) проведение инвентаризации территорий выделенных районов падения на предмет выявления участков наименее чувствительных к техногенному воздействию при падении отработавших ступеней;

б) разработка метода формирования массива координат возможных точек прицеливания отработавших ступеней.

Экспериментальные исследования

В технологии оценки фитомассы для каждой операционно-территориальной единицы (ОТЕ) используются космические снимки среднего и высокого разрешения со спутников Sentinel.

На первом этапе реализации технологии средствами ArcGIS 9.3 создается база геоданных (картографическая и атрибутивная) территории РП. При создании базы геоданных разрабатывается концептуальный и логический дизайн базы; определяется формат хранения данных; осуществляется выбор картографической проекции отображения данных; производится подготовка данных для заполнения базы геоданных (обработка, проверка на полноту и качество исходной информации); создаются и редактируются метаданные.

Заполнение базы геоданных производится с осуществлением пространственной привязки. При этом создаются новые классы пространственных объектов, осуществляется импорт и редактирование данных. Проверка корректности введенных данных выполняется на основе правил топологии с последующим исправлением выявленных ошибок. База геоданных содержит электронные слой топографической карты (масштаб 1:200 000), которые включают в себя границы овала эллипсов, гидрографию, зимовки, транспортные коммуникации, спутниковые снимки, растровые карты состояния растительности и индекса засухи. В качестве атрибутивной информации в базе содержатся сведения о почвах.

Для актуализации карт и получения сведений о растительном покрове используются космические снимки высокого разрешения: Sentinel-2 (разрешение 10 м). Обработка космических снимков производится на базе программного комплекса QGIS.

Процедура обработки снимков высокого разрешения включает в себя привязку снимков и их геометрическую коррекцию по опорным точкам, в качестве которых выступают географическое положение и геометрические характеристики РП ОЧРН.

Далее создаются синтезированные изображения, в том числе на основе разновременных снимков, по которым проводилась актуализация карт и вычисление среднегодового нормализованного вегетационного индекса (NDVI) с использованием векторной маски контура эллипсов. Вегетационный индекс позволяет получить количественные и качественные оценки состояния растительности; NDVI рассчитывается следующим образом:

$$NDVI = \frac{R_2 - R_1}{R_2 + R_1} \quad (1.1)$$

где R_2 — значение отражения в ближней инфракрасной области спектра;
 R_1 — значение отражения в красной области спектра.

NDVI может быть рассчитан на основе спутниковой информации, имеющей спектральные каналы в красном (0,62 – 0,69 мкм) и ближнем инфракрасном (0,75 – 0,9 мкм) диапазонах. В общем случае принимается, что величина NDVI пропорциональна общей биомассе растений. В соответствии с принятыми методиками [7-8] определение состояния растительности по NDVI производится в соответствии со значениями вегетационных индексов (рисунок 1-3).

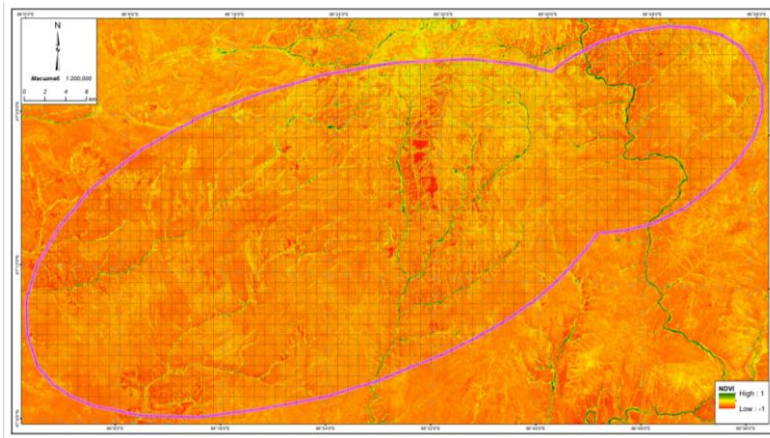


Рисунок 1 – Нормализованный разностный вегетационный индекс

После обработки данных ДЗЗ, содержащей процедуры настройки отображения каналов изображения, информация сохраняется в растровом формате *.tif и экспортируется в базу геоданных по РП ОЧРН.

Для получения карт состояния растительности и температуры подстилающей поверхности готовые изображения подгружались в проект ArcGIS 9.3, где последовательно выполнялись процедуры по отнесению значений к одному из классов состояний и попиксельному экспорту этих величин в формат базы геоданных. Средствами модуля Spatial Analyst программного комплекса ArcGIS 9.3 были рассчитаны значения индекса засухи и тенденции изменения состояния растительности на основе сравнения значений параметров за разные даты. Оценка состояния растительности производилась по следующей формуле:

$$\Delta NDVI = \frac{NDVI_2 - NDVI_1}{NDVI_2 + NDVI_1} \quad (1.2)$$

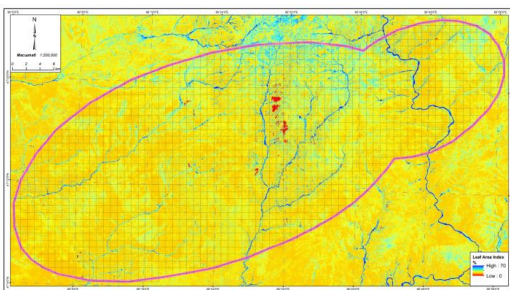


Рисунок 2 – Проективное покрытие по индексу LAI (Leaf Area Index)

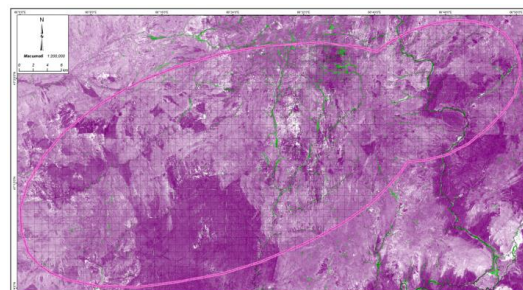


Рисунок 3 – Устойчивые зоны растительности

Сравнение карт производится средствами модуля Spatial Analyst программного комплекса ArcGIS. Изменение состояния растительности фиксируется по соответствию разности значений NDVI критериальным параметрам.

Для автоматизации расчета значений NDVI и фитомассы по космоснимкам и экспорта данных эмпирическую модель была создана специальная модель, включающая процедуры пространственной обработки и операции картографической алгебры над растровыми данными. Выполняемые моделью действия относятся к техническим особенностям обработки растров по извлечению из них числовых значений. После обработки полученные значения преобразуются в табличный вид и экспортируются в эмпирическую модель биопродуктивности (DBF-формат). Состояние растительности, оцененное через NDVI, существенно изменяется в процессе вегетационного развития растений, но может характеризовать параметр биопродуктивности ОТЕ для оценки ее пожаробезопасности.

Влияние рельефа района падения при определении операционно-территориальных единиц

Информация о рельефе местности необходима при определении приемлемых точек прицеливания ОС РН. Важнейшими источниками такой информации являются цифровые модели рельефа (ЦМР). ЦММ представляют собой точные данные о высоте земной поверхности непосредственно над уровнем моря (рисунки 4-7).

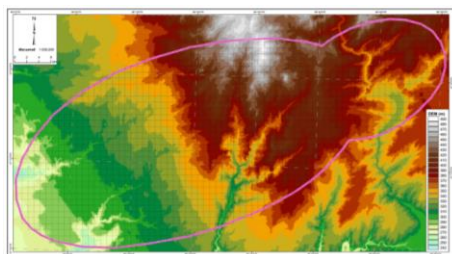


Рисунок 4 – Цифровая модель рельефа по данным ASTER GDEM

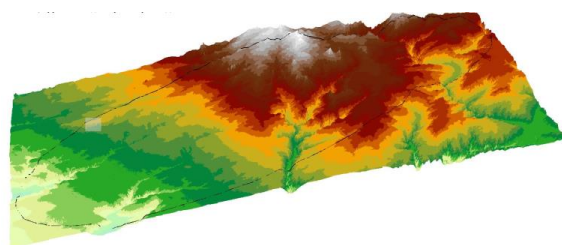


Рисунок 5 – 3D цифровая модель рельефа по данным ASTER GDEM

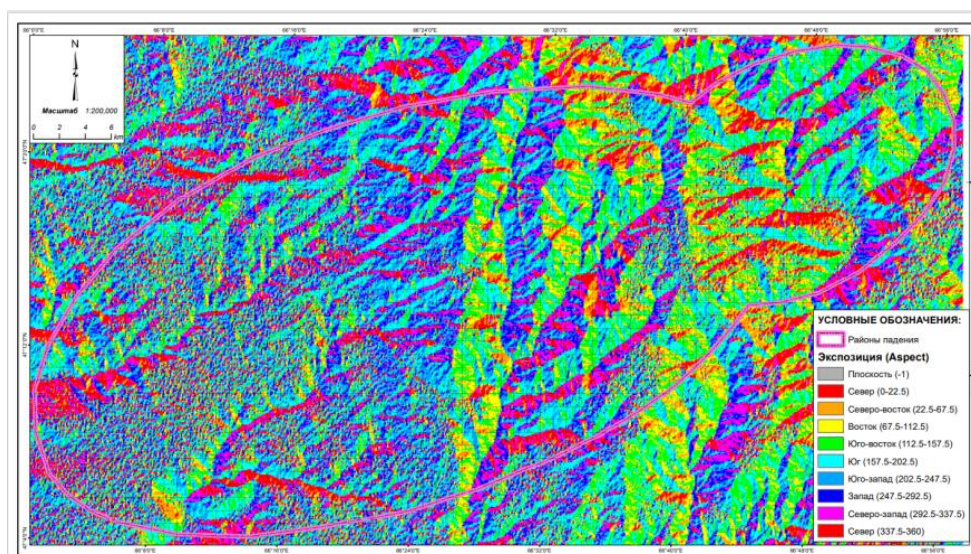


Рисунок 6 – Экспозиция поверхности (Aspect)

Предложенная методика определения устойчивых ОТЕ с использованием ГИС включает в конечном итоге классификацию, согласно которой каждой ОТЕ присваивается балл в зависимости от введенных критериев устойчивости (Рисунок 1.13).

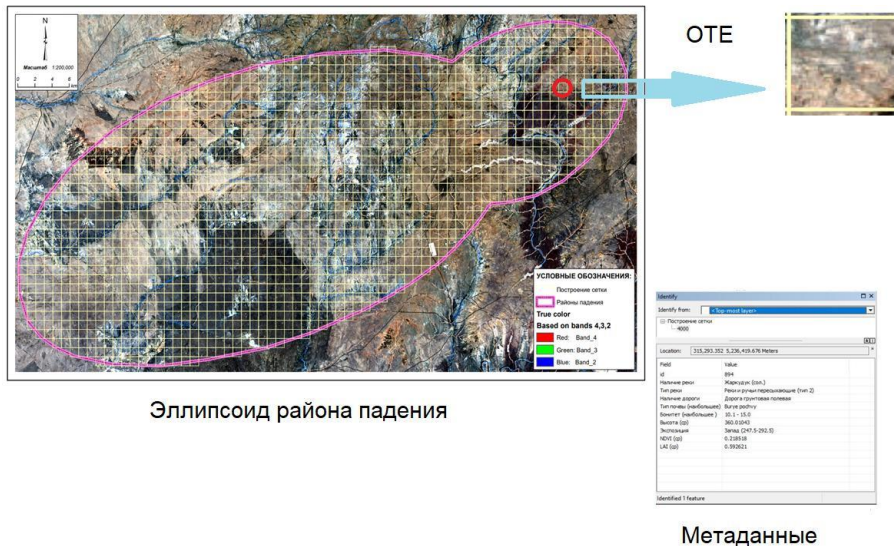


Рисунок 7 – Характеристики операционно-территориальных единиц

Предложения по адаптации ИАС-М в общую систему мониторинга космодрома Байконур

Модификация ИАС связана с новой идеологией снижения негативного влияния эксплуатации ракетно-космической техники. Предложенная разработка научно-методического обеспечения снижения техногенного воздействия пусков РН в РП удовлетворяет следующим требованиям:

- максимально использовать существующие наработки по системе экологического мониторинга космодрома;
- включать в себя современные методы повышения экологической безопасности РН, реализация которых возможна и доступна разработчикам и эксплуатантам РН районов падения;
- включать механизмы оценки влияния последствий пуска РН с конкретными тактико-техническими характеристиками на конкретный РП и их экономическую оценку
- формировать рекомендации по изменению координат точек падения ОС, предложения по изменению проектно-конструкторских параметров ОС, предотвращающих взрывы ОС, кардинальное снижение площадей РП.

Заключение

В этой связи существующая информационно-аналитическая подсистема системы экологического мониторинга космодрома Байконур должна иметь элементы адаптации, позволяющие видоизменяться соответственно состоянию проблемной ситуации и стадии подготовки и принятия решения. Разработка информационно-аналитической системы вызвана требованием к сокращению площадей. Так, если ранее площадь РП под перспективную РН составляет около 500 кв.км, то по в новой концепции ее можно снизить до 10-15 кв.км, взяв эту цифру за исходную до решения задачи оптимизации. Предполагается, что каждый пуск РН будет сопровождаться мониторингом состояния выделенных РП ОС РН и наполнением хранилища новыми данными для последующего анализа и принятия решения по корректировке системы управления РН, включая автономную систему управления спуском отработавших ступеней.

Предлагаемая концепция использования РП ОС для перспективных РН основана на частичной корректировке тактико-технических характеристик РН типа «Союз-5»/«Сункар», обеспечивающих управляемый спуск ОС РН в рекомендуемые участки площадей с устойчивыми характеристиками экосистемы рассматриваемого района падения при одновременном сохранении энергетически оптимальной схемы выведения РН.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Справочное пособие / Под редакцией Адушкина В.В., Козлова С.И., Петрова А.В.– М.: «Анкил», 2000. – 640 с. 2.
- [2] Сергеева А.В. Анализ влияния ракетно-космической деятельности на окружающую среду. Вестник МГУ им. М.В.Ломоносова. Москва. 2003. - с. 1-7.
- [3] Я.Т. Шатров, Д.А. Баранов, Б.Т. Суйменбаев, В.И. Трушляков. Повышение пожаровзрывобезопасности при эксплуатации отработавших ступеней ракет-носителей с жидкостными ракетными двигателями. //Пожаровзрывобезопасность. 2016. Том 25, № 4. С. 30-42.
- [4] Грачева Т.Ю. и др. Спасение отработавших первых ступеней ракеты-носителя "Ангара" как один из методов уменьшения экологической нагрузки на районы падения // Двойные технологии. 2002. №2. С.34.
- [5] Суйменбаев Б.Т., Трушляков В.И., Ермолдина Г.Т., Суйменбаева Ж.Б., Бапышев А.М. Предложения к концепции проектирования и эксплуатации перспективных РН с ЖРД и районов падения космодрома Байконур в рамках проекта Байтерек. //Материалы XIII Всерос.науч.-техн.конф. «Проблемы разработки, изготовления и эксплуатации ракетно-космической техники и подготовки инженерных кадров для авиакосмической отрасли», посв. Памяти гл. Конструктора ПО «Полет» А.С. Клинышкова, Омск, 2019. – С.36-43
- [6] М.Ю. Дубинин, А.А. Луцкина, Ф.К. Раделоф. Оценка современной динамики пожаров в аридных экосистемах по материалам космической съемки (на примере черных земель). // Аридные экосистемы. 2010. Том 16, № 3 (43). С. 5-16.
- [7] Лиджиева Н.Ц., Уланова С.С., Федорова Н.Л. Опыт применения индекса вегетации (NDVI) для определения биологической продуктивности фитоценозов аридной зоны на примере региона Черные земли//Известия Саратовского университета. – 2012. –Т. 12. Сер. Химия. Биология. Экология – Вып. 2. – С. 94-96.
- [8] Комаров А.А., Комаров А.А. Использование сопряженных данных дистанционного и наземного зондирования при оценке состояния растительного покрова //Экология родного края: проблемы и пути их решения. – Киров: ВятГУ, 2018. – С.77-81.

УДК 357.33

А.Б. Мукашев

Национальный университет обороны
имени Первого Президента Республики Казахстан - Елбасы, г. Нур-Султан
adilmukashev@mail.ru

ТРАНСПОРТ В СИСТЕМЕ ОБОРОНЫ ГОСУДАРСТВА

Аннотация. В данной статье автор рассматривает основные вопросы и задачи транспорта в системе обороны государства, наряду с другими инфраструктурными отраслями, обеспечивает базовые условия жизнедеятельности общества, являясь важным инструментом достижения социальных, экономических, внешнеполитических целей.

Транспорт является инструментом реализации национальных интересов государства, обеспечения достойного места страны в мировой хозяйственной системе.

Ключевые слова: транспорт, перевозки, эффективность перевозок, виды транспорта.

Аннотация. Бұл мақалада автор мемлекеттік қорғаныс жүйесіндегі көліктің негізгі мәселелері мен міндеттерін қарастырады, басқа инфрақұрылымдық салалармен қатар,