

## РАЗРАБОТКА В СРЕДЕ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПОНОВОЧНЫХ СХЕМ СЪЕМНЫХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ВЕРТОЛЕТА Ка-226АГ

---

МАСЛОВ Александр Дмитриевич – Московский авиационный институт (государственный технический университет), доцент, к.т.н.  
e-mail: k102@mai.ru

Alexandr D. MASLOV — Moscow Aviation Institute (State Technical University), associate professor, candidate of science  
e-mail: k102@mai.ru

---

ЗАВАЛОВ Олег Анатольевич — Московский авиационный институт (государственный технический университет), доцент, к.т.н.  
e-mail: k102@mai.ru

Oleg A. ZAVALOV — Moscow Aviation Institute (State Technical University), associate professor, candidate of science  
e-mail: k102@mai.ru

---

*С использованием компьютерной системы автоматизации проектно-конструкторских работ разработаны компоновочные схемы сменных модулей для вертолета Ка-226АГ различного целевого назначения в интересах предприятий ТЭК. Для каждого рассматриваемого модуля определен состав целевого оборудования и проработано его размещение на борту вертолета с учетом реальной конструкции агрегатов и конструктивно-силовых элементов планера. Результаты работы могут служить основой для выполнения эскизного проектирования съемных модулей.*

*With using CAD system it is developed the layout schemes of removable modules for the helicopter Ка-226АГ in the interests of fuel and energy complex enterprises. The structure and placing by the helicopter of the target equipment is defined for each module taking into account a real design of units of the helicopter. Results of work can form a basis for performance of the outline sketch of removable modules.*

**Ключевые слова:** вертолет, съемный модуль, целевое оборудование, компоновочная схема, 3D- моделирование, электронное макетирование.

**Key words:** helicopter, removable module, target equipment, layout scheme, 3D modeling, electronic breadboard modeling.

В ОАО «Камов» создан легкий многоцелевой вертолет Ка-226, выполненный по модульной схеме с фюзеляжем типа «летающее шасси». Для решения ряда задач ТЭК по техническому заданию ОАО «Газпром» разрабатывается модификация этого вертолета Ка-226АГ. Данная работа посвящена разработке компоновочных схем ряда съемных модулей различного целевого назначения, включенных в номенклатуру «НефтеГазАэроКосмос» в номенклатуру сменных кабин-модулей, которыми планируется оснастить вертолет-носитель Ка-226АГ.

Для решения поставленной задачи первоначально был создан электронный образ вертолета на основе базы данных по вертолету Ка-226, включающей набор электронных 3D-моделей основных элементов вертолета, разработанных в ОАО «Камов» с использованием компьютерной системы автоматизации проектно-конструкторских работ. На ос-

нове этих моделей был создан рабочий макет вертолета Ка-226АГ, который включает в себя внешние обводы основных частей вертолета, а также доработанные модели элементов каркаса, к которым осуществляется привязка устанавливаемого на вертолет целевого оборудования. Определение состава целевого оборудования для каждого рассматриваемого модуля проводилось совместно с ФНПЦ «НефтеГазАэроКосмос».

В процессе создания компоновочных схем съемных модулей были составлены электронные макеты целевого оборудования, входящего в оптико-электронные комплексы (ОЭК) для рассматриваемых вариантов вертолета Ка-226АГ. Электронное макетирование сменных модулей позволяет выполнять компоновку целевого оборудования в объеме с учетом реальной конструкции смежных агрегатов и каркаса фюзеляжа. Результаты работы являются

основой для выполнения эскизного проектирования съемных модулей.

### Патрульный вариант вертолета

Основным назначением патрульного варианта вертолета Ка-226АГ является дистанционная диагностика и охрана магистральных газопроводов (МГ). На вертолете планируется установить тепловизионную и лазерную системы диагностики. Тепловизионная система, основу которой составляет сканирующая система видимого и инфракрасного (ИК) диапазонов — тепловизор, предназначена для выявления температурных аномалий, возникающих на трассе МГ вокруг места утечки природного газа. Лазерная система, основу которой составляет газоанализатор, позволяет находить места нарушения герметичности МГ, узлов и элементов наземного оборудования с высоты патрулирования 100 м.

На основании анализа задач воздушного патрулирования, условий применения и технических характеристик бортовой аппаратуры была сформирована компоновочная схема размещения основных элементов ОЭК на патрульном варианте вертолета Ка-226АГ (рис. 1). В состав ОЭК входит: пилотажно-обзорная система (ПОС) с ИК и ТВ-камерами; поисковый прожектор; видеокамера с трансфокактором; ИК-сканер; газоанализатор; бортовой компьютер. Для определения географических координат мест с дефектными участками МГ используется приемник системы GPS.

Газоанализатор и тепловизор размещаются во внешнем контейнере, установленном с правой стороны съемного модуля (рис. 2). При таком размещении ОЭК транспортная кабина вертолета может быть использована для перевозки дополнительного оборудования, пассажиров или груза. Перегородка, установленная посередине, образует два отсека.



Рис. 1

В переднем отсеке контейнера установлен газоанализатор, в следующем — тепловизор. Каждый отсек оснащен открывающимися створками. Газоанализатор имеет подвеску, обеспечивающую его поворот относительно продольной оси вертолета на угол до  $15^\circ$ , что позволит диагностировать трассу МГ при полете вертолета с креном.

ПОС на гиростабилизированной платформе входит в состав комплекса приборного видения вертолета и предназначена для отображения наземной обстановки в отсутствие визуальной видимости. Она установлена на стержневой ферме с левого борта носовой части вертолета (рис. 3). С пра-



Рис. 2

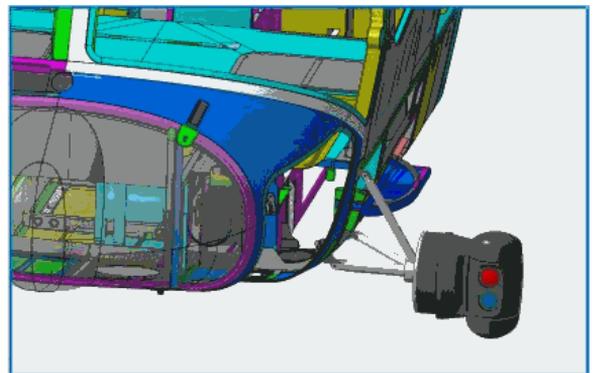


Рис. 3

вого борта также на стержневой ферме установлен поисковый прожектор с присоединенной к нему видеокамерой (рис. 4).

### Модуль «Летающая лаборатория»

Вертолет Ка-226АГ с модулем «Летающая лаборатория» в аэросъемочном варианте предназначен для аэросъемки, проведения кадастровых и маркшейдерских работ, а также мониторинга МГ и других объектов ТЭК. В состав целевого оборудования модуля включены тепловизионная и ультрафиолетовая диагностические системы, а также лазерная система аэросъемки. Тепловая диагностика проводится цифровым ИК-сканером. Ультрафиолетовая система (УФ) применяется для выявления в экс-

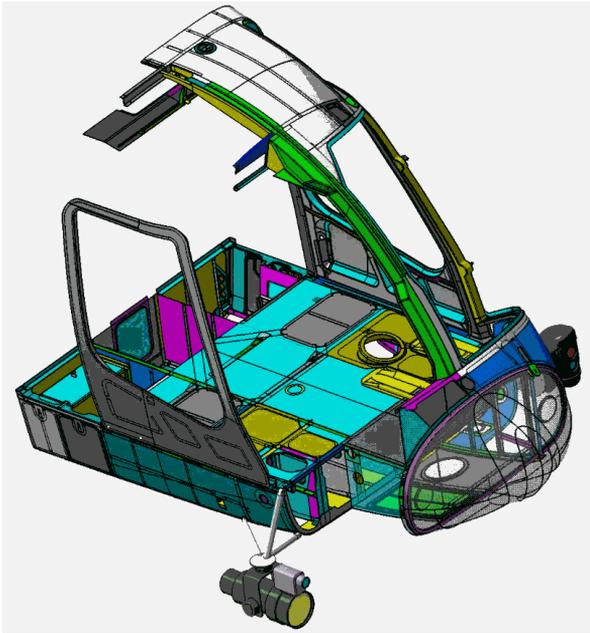


Рис. 4

плутации повреждений высоковольтного электрооборудования и ЛЭП. Лазерная сканирующая система используется для съемки местности. В данном варианте комплектации модуля используется лазерный сканер, в состав которого включена цифровая фотокамера.

Съемный модуль также оснащен дизель-генератором, который обеспечивает электропитанием целевое оборудование во время наземных проверок, а также в полете при недостаточной мощности бортовых источников.

Кабина съемного модуля выполнена на основе пассажирского модуля и имеет открывающуюся вверх заднюю створку, через которую можно загружать оборудование и грузы. В полу кабины выполнены два люка, которые служат для выхода и

приема сигналов датчиков контрольно-измерительной аппаратуры, устанавливаемой в съемной кабине летающей лаборатории. Интерьер кабины модуля (рис. 5) включает в себя кресло для оператора, стойку (с откидной столешницей) для размещения блоков аппаратуры, откидное сиденье для оператора, раму для размещения оборудования и грузов. Кресло располагается в кабине таким образом, чтобы обеспечить быстрое и беспрепятственное покидание оператором кабины в аварийной ситуации. Для удобства работы с аппаратурой во время полета в кабине съемного модуля устанавливается откидное сиденье.

Тепловизор располагается в передней части навесного контейнера (рис. 5), в донной части которого сделано окно с открывающимися створками. В контейнере также размещены блоки аппаратуры, обеспечивающие работу тепловизора, а также обогреватель для поддержания требуемых температурных условий работы оборудования.

Лазерный сканер и фотокамера предварительно монтируются на общей плите (рис. 6), которая затем устанавливается на люк в полу кабины модуля. УФ-камера устанавливается в носовой части вертолета с правого борта на ферменной подвеске (рис. 7) аналогично установке ПОС на патрульном Ка-226АГ.

Для монтажа оборудования в кабине съемного модуля предусмотрено использование электрической лебедки. В условиях базирования на оборудованной площадке она должна обеспечить подъем и перемещение оборудования или груза в кабину модуля для последующей установки (рис. 8). Лебедка устанавливается на выносной балке, которая одним концом с шаровой опорой крепится к передней стенке кабины, а вторым — шарнирно к верхнему узлу опоры (рис. 9).

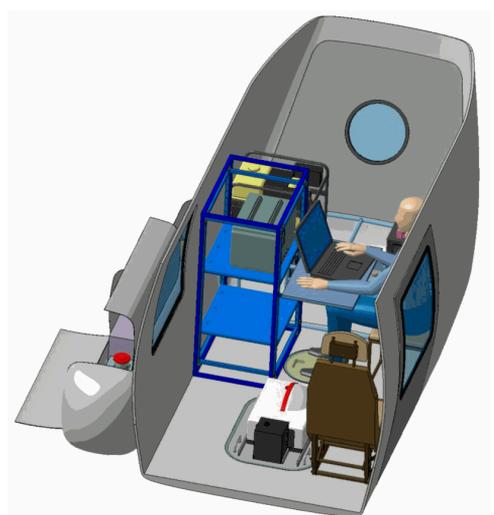
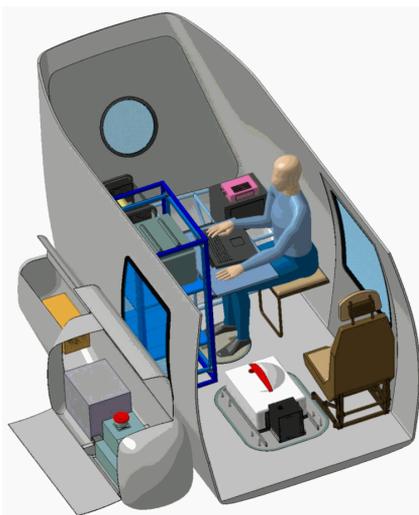


Рис. 5

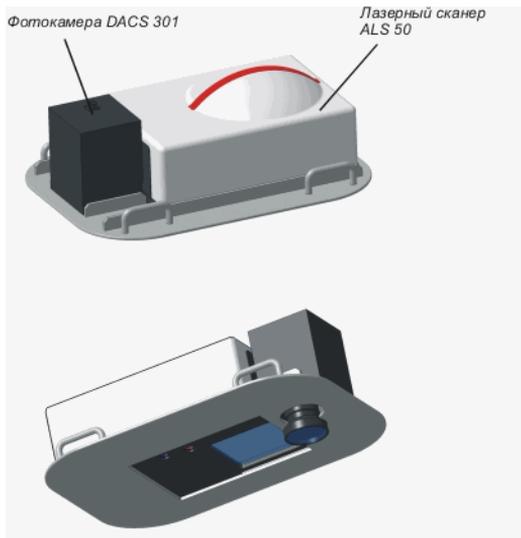


Рис. 6

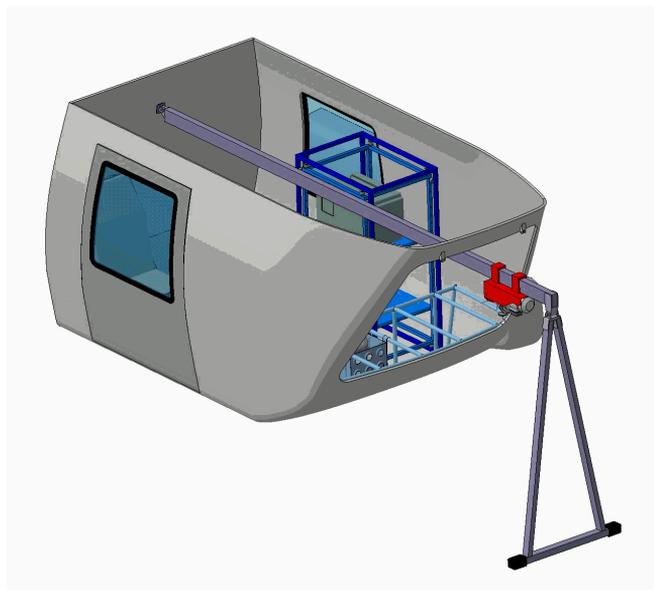


Рис. 9



Рис. 7

### Пожарный модуль

Вертолет Ка-226АГ, оснащенный съемным пожарным модулем с горизонтальной штангой, предназначен для своевременного прибытия и тушения пожара на промышленных объектах и в высотных зданиях или сооружениях в его начальной стадии. Пожарный модуль оснащен емкостью для тушащей жидкости (ТЖ) и системой ее подачи через управляемое сопло на конце штанги, что позволит вертолету тушить пожар внутри высотного здания через окна (рис. 10). Пожарный модуль может быть создан на основе оборудования, установленного на пожарно-дегазационно-деактивационном модуле



Рис. 8



Рис. 10

УВМ, разработанном в НИИ НТ при МАИ для вертолета Ка-226. При разработке УВМ использована технология генерирования мелкодисперсных струй жидкости, неоспоримым достоинством которой является высокая эффективность пожаротушения и компактность создаваемого на ее базе оборудования.

Пожарный модуль для Ка-226АГ имеет в своем составе энергоблок, емкость для ТЖ, емкость для пенообразователя, штангу с управляемым соплом, систему управления. В качестве энергоблока используется стандартная автономная пожарная мотопомпа, в которой привод насоса осуществляется от бензинового двигателя. Этот двигатель запускается с помощью электростартера, питание которого обеспечивается от бортовой электрической сети.

Энергоблок, емкость для ТЖ объемом 500 л и емкость для пенообразователя устанавливаются на подрамник (рис. 11). Пожарное оборудование, смонтированное на подрамнике, устанавливается на раму съемного модуля (рис. 12).

После насоса энергоблока ТЖ, смешанная с пенообразователем, под давлением подается в штангу с соплом на ее конце. Сопло позволяет менять угол выпуска струи в вертикальной плоскости (рис. 13). Поворот сопла в вертикальной плоскости осуществляется в диапазоне углов  $+15^\circ \dots -45^\circ$  посредством электрического сервопривода. Изменение направления струи по азимуту осуществляется вращением самого вертолета относительно оси вращения несущей системы. Штанга крепится непосредственно к носовой части вертолета по левому борту на уровне пола кабины пилотов (рис. 14).

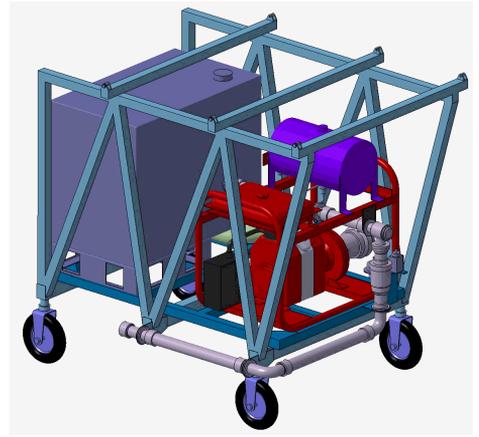


Рис. 12

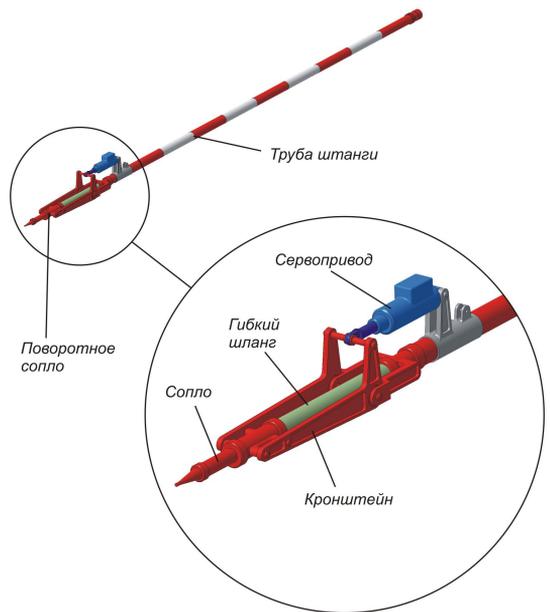


Рис. 13

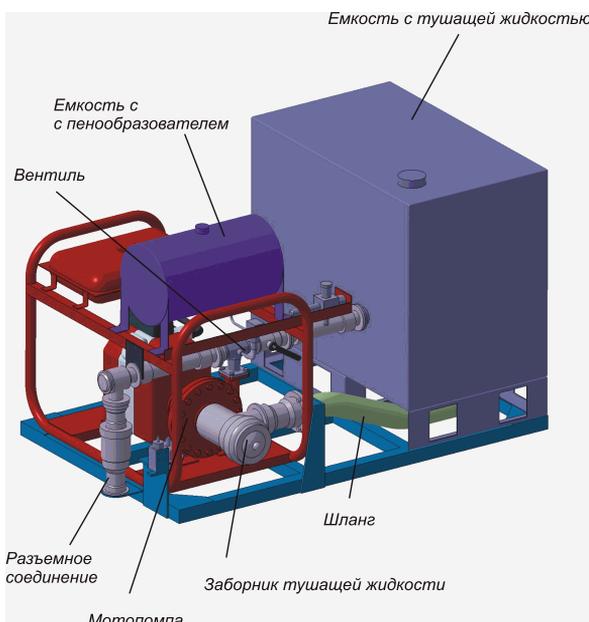


Рис. 11



Рис. 14

### Медицинский модуль

Основным назначением вертолета Ка-226АГ в медицинском варианте является оперативное медико-санитарное обслуживание предприятий и организаций, предусматривающее оказание скорой

медицинской помощи и транспортировку больного и двух сопровождающих медицинских работников в медицинские стационары и больницы городов и населенных пунктов.

Общий вид электронного макета вертолета Ка-226АГ в варианте «Скорая медицинская помощь — реанимация» представлен на рис. 15.

Медицинский модуль должен быть оснащен необходимым комплектом оборудования, в основу которого положен перечень оборудования медицинского варианта вертолета Ка-226 для г. Москвы. В дополнение к нему использован перечень оснащения автомобиля скорой медицинской помощи специализированной бригады реанимационного профиля, содержащийся в Приложении № 6 к приказу № 752 Минздрава РФ от 01.12.2005 г. В резуль-



Рис. 15

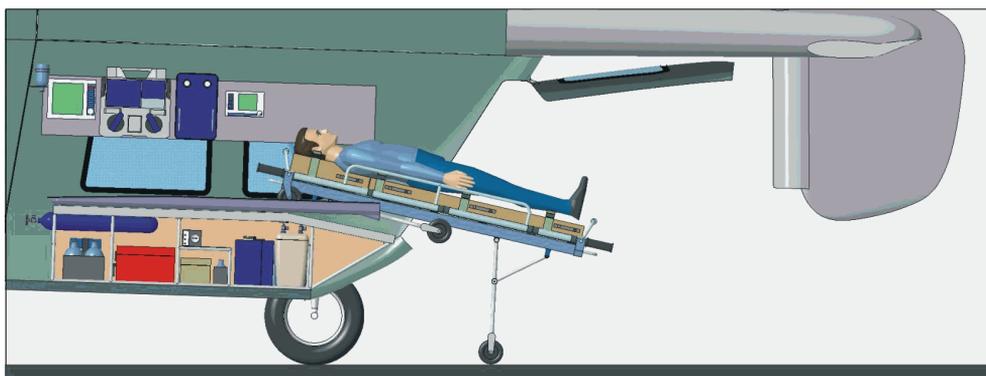


Рис. 16

тате анализа был сформирован вариант комплектации медицинского съемного модуля для вертолета Ка-226АГ, включающий в себя: носилки с каталкой для больного; аппарат искусственной вентиляции легких (ИВЛ); аспиратор; дефибриллятор-монитор; электрокардиограф; медицинский монитор; комплект вакуумных шин; вакуумный иммобилизационный матрас; набор реанимационный для скорой помощи; набор врача скорой помощи; термоизоляционный контейнер с автоматическим поддержанием температуры инфузионных растворов; баллоны с редуктором для медицинского кислоро-

да; баллон с редуктором для закиси азота; кислородные маски и шланг; потолочный фиксатор для капельниц; подставки для флаконов; термоодеяло и др.

Доставка больного к вертолету осуществляется на носилках. При наличии ровной площадки носилки устанавливаются на каталку. Загрузка каталки с носилками в съемный модуль производится с хвоста вертолета (рис. 16).

Интерьер кабины медицинского съемного модуля включает в себя: стол-подставку для размещения носилок (рис. 17) и медицинского оборудования и снаряжения; настенную панель для размещения навесного оборудования; кресло медицинского работника сопровождения; дополнительное откидное сиденье для медицинского персонала.

В кабине модуля каталка с носилками и матрасом устанавливается на стол-подставку (рис. 17). Между столом-подставкой и каталкой с носилками установлен на роликах специальный поддон, что позволяет его перемещать по направляющим профилям вдоль стола-подставки. Такая конструкция обеспечивает удобство загрузки носилок с больным в кабину модуля.

Больной располагается на носилках с каталкой (рис. 18). Медработник может находиться в кресле или на откидном сиденье напротив носилок с больным. По требованиям безопасности кресло располагается рядом с дверью.

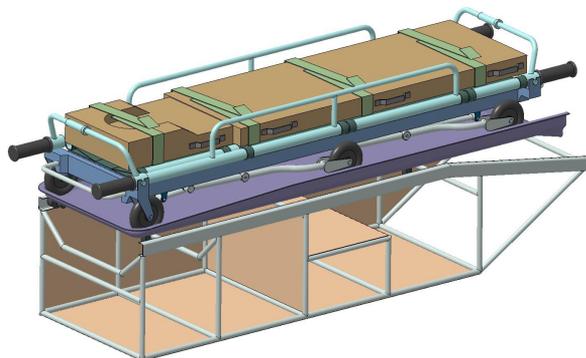


Рис. 17

Для размещения навесного медицинского оборудования в кабине модуля предусмотрена установка съемной панели, на которую устанавливаются аппарат ИВЛ, дефибриллятор, медицинский монитор и электрокардиограф (рис. 18, 19). Указанные приборы располагаются непосредственно над больным и постоянно находятся в поле зрения медицинского персонала сопровождения. Реанимационный и терапевтический наборы, коробка с аспиратором, термоконтейнер и инвертор расположены под столом-подставкой (рис. 19). Флаконы с лекарственными растворами, подключенные к капельнице для больного, устанавливаются на кронштейне со специальными держателями (рис. 18).

Находящиеся в сумках средства иммобилизации, включающие в себя комплект вакуумных транспортных шин и вакуумный матрас, размещаются во внешнем навесном контейнере (рис. 17).

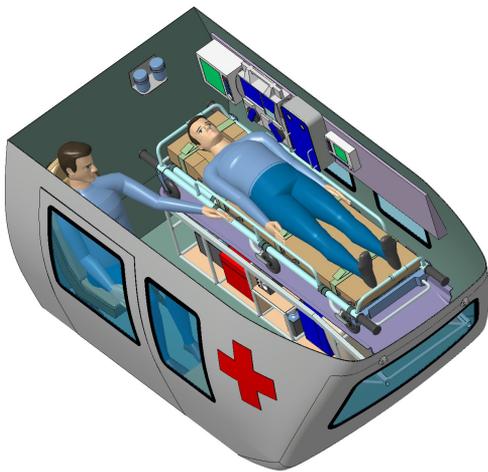


Рис. 18

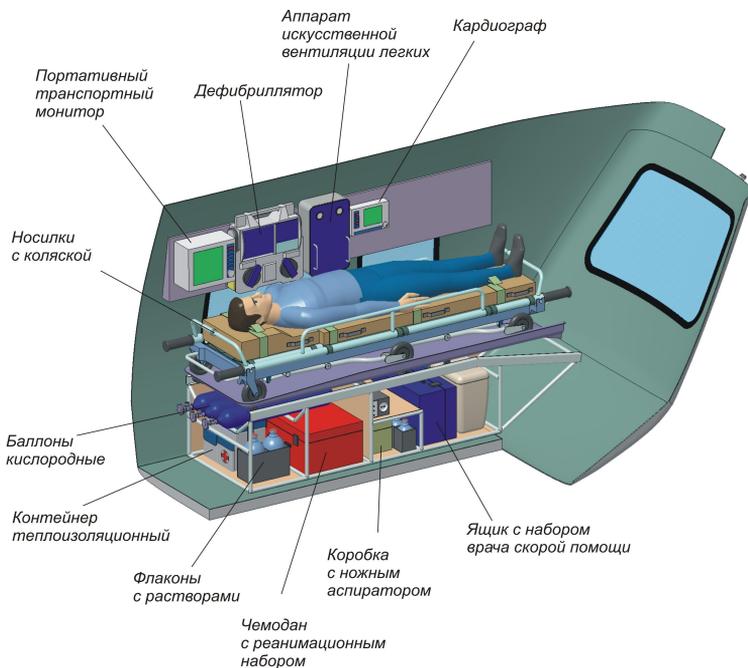


Рис. 19

### Модуль для химической расчистки трасс

Основным назначением вертолета Ка-226АГ с данным съемным модулем является химическая расчистка трасс МГ и ЛЭП от нежелательной древесно-кустарниковой растительности (ДКР). В настоящее время наиболее эффективным способом борьбы с нежелательной ДКР является применение высокоэффективных арборицидов.

Общий вид макета вертолета Ка-226АГ, на котором установлен съемный модуль для химической расчистки трасс МГ и ЛЭП от ДКР, представлен на рис. 20.

Основными элементами данного модуля являются: энергоблок; штанга с распылителями; соединительные шланги и трубопроводы; система дистанционного управления. Энергоблок имеет в своем составе: каркас; бак для арборицида; электронасосы; кран сети с датчиком расхода; коллекторы; трубопроводы. Модель энергоблока представлена на рис. 21. В энергоблоке установлены два электронасоса, что обеспечивает необходимый расход рабочей жидкости (РЖ) и повышает надежность системы.

В верхней части бака для арборицида емкостью 700 л имеется заправочная горловина (рис. 21). В нижней части установлен заборный патрубок, через который РЖ из бака поступает в коллектор и далее в перекачивающие насосы. Для защиты оборудования энергоблока от воздействия внешней среды на раме со всех сторон имеется обшивка. Для удобства перемещения модуль снабжен самоориентирующимися колесами.

В данном варианте модуля каркас штанги с распылителями крепится к хвостовым балкам вер-



Рис. 20



Рис. 21

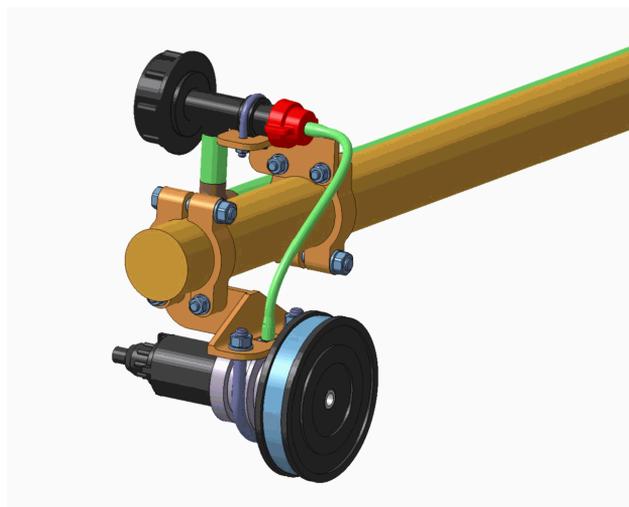


Рис. 22

толета (рис. 20). Как показали расчеты [1] и экспериментальные исследования, при хвостовом расположении штанги выпущенные капли РЖ, первоначальную часть пути проходят внутри воздушной струи от соосного винта, благодаря чему они в меньшей степени вовлекаются во вращательное движение и подвергаются боковому сносу от линии пролета ЛА.

На штанге (рис. 22) установлены распылители вращающегося типа с приводом от электродвигателей малой мощности. В распылителях на валу электродвигателя установлены сетчатые барабаны, в которых подводимая РЖ разбивается на капли с дисперсностью 200 мкм и выбрасывается в окружающее пространство. Перед каждым распылителем установлен регулятор расхода с отсечным клапаном.

## Выводы

Компьютерное моделирование съемных модулей вертолета Ка-226АГ на этапе предварительного проектирования является одним из этапов жизненного цикла изделия и решается с использованием PLM-системы. Данный подход позволяет с минимальными затратами времени и средств рассмотреть

несколько вариантов компоновочных схем модулей. При этом для каждого из них решаются следующие задачи:

- эргономическая — удобство размещения целевого оборудования и служебного персонала;
- объемно-массовая — оценка габаритов, массы и центровки съемных модулей;
- экономическая — оценка стоимости съемных модулей.

## Библиографический список

Артамонов Б.Л., Асеев В.И., Маслов А.Д. Исследование летных и агротехнических характеристик сельскохозяйственных вертолетов соосной схемы при выполнении авиационно-химических работ // Теоретические основы вертолетостроения: Труды 3-х научных чтений, посвященных памяти академика Б.Н. Юрьева (Москва, 13 -14 марта 1989 г.) М.: ИИЕТ АН СССР, 1990. С. 93-103.

Московский авиационный институт  
(государственный технический университет)