

ГЛАВА 11

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, НАВИГАЦИЯ, УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

Проектирование РАП непростая задача, т. к. требует знания в следующих областях: механике, гидравлике и пневматике, электротехнике, электронике, радиотехнике, программировании, экономике, технике безопасности.

ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Проектирование новой техники традиционно проходит следующие этапы:

- техническое предложение;
- техническое задание;
- эскизный проект;
- технический проект;
- рабочий проект;
- изготовление технологической оснастки;
- изготовление опытного образца;
- испытание опытного образца;
- модернизация опытного образца по результатам испытаний;
- запуск в опытную серию;
- испытание опытной партии в различных условиях и на разных работах;
- усовершенствование РАП.

В практике жизни часто совмещают или исключают некоторые этапы, однако это приводит к некоторым потерям качества и надежности.

На каком этапе есть возможность составить БИЗНЕС-ПЛАН с экономическим обоснованием затрат, зависит от квалификации Главного конструктора проекта.

При проектировании РАП возможны следующие главные посылки:

- источники финансирования разработки;
- должна быть четко определена область применения РАП: под водой, в условиях радиации, в космосе с невесомостью, на поверхности Луны или Марса, в условиях химического или бактериологического заражения, в нормальных условиях для выполнения опасных работ;

- изготовление опытного образца с минимальной стоимостью, максимальной надежностью, высоким быстродействием, высокой точностью позиционирования;
- подробно указаны разновидности работ, которые будут поручены РАП;
- указать перечень работ РАП, выполняемых автоматически или под контролем и управлением оператора;
- основные габариты и масса;
- источники энергопитания.

Приведем вариант Технического задания на разработку РАП для работы на АЭС и для переработки радиоактивных отходов АЭС.

СОСТАВ ПРОЕКТОВ

ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ должен содержать:

1. Пояснительную записку эскизного проекта с необходимыми расчетами блок-схемами, структурными схемами, функциональными схемами.
2. Перечень основных покупных материалов, приборов, оборудования и фирм поставщиков.
3. Календарный план выполнения работы по проектированию.
4. Примерная сметная стоимость эскизного проекта.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ должен содержать:

1. Пояснительную записку технического проекта с уточненными расчетами и пояснениями к схемам и чертежам.
2. Сборник чертежей, принципиальных и функциональных схем.
3. Уточненную ведомость покупного оборудования и материалов с поставщиками.
4. Уточненный календарный план выполнения технического проекта.
5. Сметная стоимость технического проекта.

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ должен содержать:

1. Сборник рабочих чертежей РАП со спецификациями.
2. Сборник принципиальных схем РАП со спецификациями.
3. Сборник монтажных схем РАП со спецификациями.
4. Ведомость заказных печатных плат для электронных схем.
5. Ведомость заказных электронных компонентов с поставщиками и стоимостью.
6. Ведомость расходных монтажных материалов.
7. Ведомость приспособлений, крепежа.
8. Ведомость программ работы блоков и систем.
9. Сметную стоимость рабочего проекта РАП.

10. Сметную стоимость изготовления РАП.
11. Состав специалистов для изготовления и их оплата.
12. Ведомость станочного оборудования и затраты в нормочасах.
13. Граф сборки РАП.
14. Программы испытаний МГП, системы видео, системы навигации, системы телеуправления, системы управления голосом, системы гидропитания, системы электропитания.
15. Паспорт РАП.
16. Календарный план выполнения проекта и его сборки.
17. Пояснительная записка к рабочему проекту.

СБОРКА, ИСПЫТАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ:

1. Изучение рабочих схем, чертежей и пояснительной записки сборщиками.
2. Проверка на параметры всех покупных изделий и их отбраковка.
3. Сборка печатных плат и их проверка на функционирование.
4. Составление программ работы блоков и систем и их отношение к испытаниям.
5. Сборка кассет, блоков, систем и их опробывание на функционирование.
6. Изготовление деревянного макета РАП по рабочим чертежам и снятие мерок для изготовления герметичного скафандра.
7. Сборка манипуляторов и их опробывание.
8. Сборка шлема с обрудованием и его опробывание.
9. Сборка корпуса РАП с кассетами и проверка монтажа.
10. Сборка аккумуляторных батарей и их испытание.
11. Сборка схватов и их опробывание.
12. Сборка стоп с ботами и их опробывание.
13. Сборка в целом РАП и подготовка для испытаний (без скафандра).
14. Испытание РАП в скафандре по программам.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для сокращения сроков проектирования и сборки многие позиции могут быть совмещены при выполнении разными исполнителями, поэтому необходимо составить граф на минимальные сроки проектирования и изготовления.

ПАРАМЕТРЫ ПРОЕКТА

Дата начала реализации проекта: _____

Интервал проектирования и изготовления: _____

Ориентировочная стоимость изготовления 10-ти РАП-АЭС: _____

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № РАП-АЭС-01

1. НАИМЕНОВАНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящее техническое задание распространяется на промышленный робот-андроид АЭС (РАП-АЭС), представляющий собой дистанционно управляемую машину, состоящую из исполнительных устройств в виде двух манипуляторов рук и двух манипуляторов ног, программного устройства радиуправления и наблюдения для выполнения производственных процессов в радиоактивных условиях АЭС, и при переработке радиоактивных отходов.

1.2. РАП-АЭС входит в состав технологического процесса обслуживания и ремонта АЭС, техпроцесса переработки радиоактивных отходов (РАО).

1.3. РАП-АЭС допускает применение его для выполнения техпроцессов монтажа АЭС, в том числе и Чернобыльской АЭС.

2. ОБОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

2.1. Разработка производится в соответствии с Договором и Бизнес-планом.

3. ЦЕЛЬ И НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

3.1. РАП-АЭС разрабатывается с целью автоматизации опасных для здоровья людей ручных работ на АЭС и предприятиях переработки РАО, позволяющих сократить численность основного и вспомогательного персонала, улучшить условия труда, повысить производительность труда, улучшить качество технологического процесса.

3.2. Функциональное назначение РАП-АЭС состоит в осуществлении операций перемещения предметов производства (ручного инструмента), установка их в рабочие позиции, контроля выполнения технологического процесса и управления работой технологического оборудования в соответствии с общим алгоритмом.

4. ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ

4.1. Разработка ведется:

- на основе результатов, полученных при проведении научно-исследовательских работ, изложенных в книгах: «Основы андро-автоматики» и «Андроиды – телеоператоры небезопасных средовищ»;
- по патентам Украины №№ 1728, 706, 578;
- в соответствии с утвержденными Техпроцессами выполнения работ на АЭС и на предприятиях переработки РАО;
- в соответствии с Правилами ядерной безопасности реакторных установок атомных электростанций ПЯБРУ АС-89;
- общими положениями обеспечения безопасности атомных станций при проектировании, сооружении и эксплуатации ОПБ-88, ОПБ ИР-88.

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

5.1. Состав РАП-АЭС и требования к конструктивному исполнению.

5.1.1. В состав РАП-АЭС должны входить следующие составные части: манипуляторы рук, манипуляторы ног, схваты, стопы, манипулятор телекамер, шлем с телекамерами и устройствами навигации, устройства телеуправления, насосная станция модульных гидроприводов (МГП), гидроаккумуляторы, система охлаждения, аккумуляторная батарея электропитания.

5.1.2. Требования к конструктивному исполнению манипуляторов.

5.1.2.1. Манипуляторы рук должны быть выполнены из неполноповоротных модульных гидроприводов и иметь 6 степеней подвижности для рук и 5 степеней подвижности для ног, 2 степени подвижности для телекамер.

5.1.2.2. Манипулятор должен состоять из унифицированных МГП шарнира и МГП ротаторов на одну степень подвижности, возможность их соединения в манипулятор любой степени подвижности.

5.1.2.3. В состав МГП входят конструктивно законченная унифицированная электронная следящая система в залитом исполнении и унифицированная схема измерителя угла поворота – индуктосина, стабилизаторы электропитания.

5.1.2.4. МГП должен иметь быстросъемное устройство для быстрой замены.

5.1.2.5. В конструкции МГП и манипуляторов должны быть использованы комплектующие изделия и материалы, обеспечивающие минимальную массу подвижных частей конструкции при сохранении ее прочности и надежности.

5.1.2.6. Конструкция манипулятора должна исключать ее поломку при встрече с препятствием.

5.1.2.7. Собственная частота колебаний механической системы манипулятора по степеням ее подвижности не должна быть ниже 10 Гц.

5.1.2.8. Статический прогиб конструкции манипулятора при приложении к его схвату номинальной грузоподъемности не должен превышать удвоенного значения абсолютной погрешности позиционирования.

5.1.2.9. Свободный ход между валом МГП и индуктосином не должен превышать дискреты измеряемого угла индуктосином.

5.1.2.10. Свободный ход схвата манипулятора руки при заторможенных МГП всех степеней подвижности не должен превышать значения абсолютной погрешности позиционирования.

5.1.2.11. Коэффициент полезного действия МГП не должен быть ниже 0,6.

5.1.2.12. Момент неуравновешенности конструкции манипулятора по каждой степени подвижности не должен превышать 0,5 номинального момента МГП.

5.1.2.13. Манипуляторы должны иметь надежную защиту от попадания загрязняющих веществ.

5.1.2.14. Схват манипулятора руки должен иметь возможность быстрой замены на иную конструкцию.

5.1.2.15. Габаритные размеры манипулятора руки должны быть не менее 800 мм, от плеча до центра схватывания.

5.1.2.16. Габаритные размеры манипулятора ноги должны быть не менее 600 мм, от корпуса до подошвы стопы.

5.1.2.17. Масса манипулятора руки без схвата должна быть не более 10 кг.

5.1.2.18. Масса манипулятора ноги без стопы должна быть не более 10 кг.

5.1.3. Требования к устройству управления.

5.1.3.1. Устройство управления должно быть расположено в корпусе и иметь размеры не более 600×300×220 мм.

5.1.3.2. Устройство управления должно быть выполнено по блочно-модульному принципу, обеспечивающему возможность изменения и совершенствования состава, структуры и функций РАП-АЭС по мере появления новых решаемых им задач.

5.1.3.3. Устройство управления должно иметь интерфейс связи с оператором (с клавиатурой и монитором), обеспечивающие обучение, контроль и редактирование программ, диагностику технического состояния РАП-АЭС в диалоговом режиме.

5.1.3.4. Устройство управления должно иметь интерфейс связи с видеосистемой, манипуляторами, рабочими инструментами, навигатором перемещения.

5.1.3.5. Устройство управления должно обеспечивать режимы ручной и автоматической работы манипуляторов.

5.1.3.6. Устройство управления должно иметь возможность плавно изменять скорость перемещения манипуляторов от нуля до максимальной.

5.1.3.7. Языками программирования микроконтроллеров и микропроцессоров могут быть Ассемблер (для простых задач) и С – для более сложных задач.

5.1.3.8. Устройство управления должно содержать программные и встроенные аппаратные средства технической диагностики, обеспечивающие контроль функционирования и поиск неисправностей основных блоков устройств и элементов системы следящих МГП.

5.1.3.9. Основные режимы работы: обучение, автоматическая работа, автоматическая работа по кадрам, контроль программы, редактирование программы, коррекция программы, ввод параметров, поиск кадра, поиск программы.

5.1.3.10. Устройство управления располагается в корпусе РАП-АЭС и у оператора. Оператор может находиться на любом расстоянии от РАП-АЭС (вплоть до тысяч км).

5.1.3.11. Устройство управления должно обеспечивать программирование методом обучения по первому циклу и перепрограммирование.

5.1.3.12. Устройство управления должно быть оснащено ПЗУ емкостью не менее 300 ГБ для хранения программ.

5.1.3.13. Устройство управления должно обеспечивать обзор телекамерами шлема в радиусе 100° и телекамерами манипуляторов рук с обзором мелких деталей захватывания.

5.1.3.14. Устройство управления должно обеспечивать шагание по пересеченной местности с перепадом до 0,5 м и шагом до 0,7 м.

5.1.3.15. Устройство управления должно обеспечивать маршрутную навигацию с точностью до 5-10 м в зависимости от расстояния.

5.1.3.16. Устройство управления должно обеспечивать восприятие и выполнение голосовых команд, связанных с аварийной ситуацией, с голосовым ответом готовности выполнить и выполнении.

5.1.3.17. Устройство управления должно обеспечить дистанционное или автоматическое управление ручным инструментом, находящимся в хвате.

5.1.3.18. Устройство управления должно обеспечить необходимую точность позиционирования при выполнении электросварки и резки с подачами 1 мм.

5.1.3.19. Устройство управления должно обеспечить автоматический переход в экономный режим по энергопотреблению после выполнения операции.

5.1.3.20. Устройство управления по устойчивости и климатическим воздействиям должно соответствовать ГОСТ 21522-84, по степени защиты, обеспечиваемой нагревостойкостью изоляции, – классу А по ГОСТ 8865-87.

5.1.3.21. Устройства управления МПП-в и систем построенные на микроконтроллерах и микросхемах должны иметь многобарьерную защиту от внешнего радиационного облучения путем изготовления всех приводов и конструкций корпуса из легких сплавов с примесью бора, кассеты с печатными платами должны быть залиты боросодержащим компаундом, рабочая гидрожидкость должна содержать боросодержащие примеси, крепеж должен быть кадмирован.

5.1.3.22. Для построения систем управления максимально использовать радиационно стойкие компоненты.

5.1.3.23. Основное электропитание осуществляется от двух аккумуляторных батарей емкостью по 100 Ah и резервным от мобильной электростанции или стационарной сети переменного тока 220 В мощностью 3-5 кВт.

5.1.3.24. Устройство управления обеспечивает работу мощного электроинструмента только от внешнего источника электропитания.

5.1.3.25. В шлеме должны быть расположены: две управляемые телекамеры, полупроводниковый лазер, вентиляторы охлаждения корпуса, МПП поворота шлема, модем телеуправления, приемник навигации, координатный микрофон, антенна.

5.1.3.26. На наружной поверхности аккумуляторных батарей расположены: осветители, сенсор радиации, температуры, приближения, разъем внешнего электропитания.

5.1.3.27. Габариты РАП-АЭС: высота – 1700-1800 мм, ширина в плечах – 730 мм, расстояние между центрами опор стоп – 200 мм.

5.1.3.28. Масса РАП-АЭС – не более 100 кг.

5.1.4. Требования к программному обеспечению.

5.1.4.1. Требования к функциональным характеристикам.

5.1.4.1.1. Программное обеспечение (ПО) должно соответствовать типу системы и обеспечивать реализацию операций из следующего класса:

- основные технологические операции манипуляторами;
- операции управления шаганием с привлечением системы навигации;
- операции управления ручным инструментом;
- операции видеонаблюдения;
- операции управления голосом;
- аварийные операции (отказы, падение, поломка, удары).

5.1.4.1.2. Задание на работу РАП должно осуществляться в виде специальной структуры данных – «Технологическое задание (ТХЗ)», позволяющие идентифицировать задание, определять последовательность выполняемых операций.

5.1.4.1.3. ПО должно обеспечивать одновременное запоминание и выполнение не менее семи ТХЗ в любой последовательности.

5.1.4.1.4. Средства ПО должны обеспечить:

- формировать ТХЗ в диалоге с оператором (обучение);
- корректировку ТХЗ при отработке последовательности операций;
- автоматическое выполнение ТХЗ с заданным оператором числом циклов;
- контроль выполнения задания по видеоканалу.

5.1.4.5. Состав операций, которые могут входить в ТХЗ, должен обеспечивать управление РАП при выполнении следующих действий:

- перемещение манипуляторов в заданную точку в позиционном режиме;
- перемещение манипуляторов по контуру в трехмерном пространстве рабочей зоны с произвольным шагом, линейной и круговой интерполяцией между ними;

- возможность организации подпрограмм и условный переход на подпрограмму по условиям, определяемым входными сигналами;
- автоматическое определение положения манипуляторов и их отклонений относительно задания при обучении.

5.1.4.6. Формирование кодов операций и скорости контурных движений манипуляторов должно осуществляться с пульта оператора РАП.

5.1.4.7. Задание координат точек траекторий манипуляторов должно осуществляться путем перемещений в ручном режиме с последующей записью этих координат по показаниям кодовых датчиков.

5.1.4.8. ПО должно обеспечить два режима ручного управления манипуляторами: непрерывное перемещение в выбранном направлении со скоростью, заданной с пульта оператора, пошаговое перемещение в выбранном направлении на шаг, заданный оператором.

5.1.4.9. При автоматическом выполнении ТХЗ ПО должно обеспечить:

- выбор ТХЗ по заданному оператором номеру и автоматическое его выполнение с заданным числом раз;
- во время выполнения ТХЗ должна быть обеспечена индикация на пульте оператора текущего положения его рабочего органа (схвата, стопы, шлема).

5.1.4.10. По запросу оператора ПО должно осуществить продолжение выполнения ТХЗ в следующих модификациях:

- продолжение выполнения с места остановки манипулятора;
- продолжение выполнения со смещением вперед или назад на указанное число операций или шагов.

5.1.4.11. ПО должно обеспечивать следующие режимы корректировки ТХЗ: удаление шага, добавление шага, изменение параметров шага.

5.1.4.12. ПО должно обеспечить диагностику аварийных ситуаций и определять возможность продолжения выполнения ТХЗ.

5.1.4.13. При невозможности продолжения выполнения ТХЗ ПО должно осуществить прерывание выполнения с безаварийной остановкой РАП.

5.1.4.14. Сообщение о диагностируемой ошибке ПО должно выдавать на пульт оператора в виде кода ошибки.

5.1.4.15. ПО должно быть защищено от переполнения областей памяти при работе в автоматическом режиме.

5.1.4.16. Время восстановления ПО после отказа не должно превышать 5 минут

5.1.5. Требования к кабелям и трубопроводам.

5.1.5.1. Кабели и трубопроводы должны обеспечивать свободную манипуляцию манипуляторов и обеспечивать надежность.

5.2. Показатели назначения и экономного использования сырья, материалов, энергии.

5.2.1. Номинальная грузоподъемность манипуляторов рук – 10 кг, манипуляторов ног – 3 кг.

5.2.2. Максимальная абсолютная погрешность позиционирования схвата манипулятора руки не менее 5 мм при максимальной нагрузке.

5.2.3. Максимальная абсолютная погрешность позиционирования стопы манипулятора ноги не менее 10 мм.

5.2.4. Геометрические характеристики рабочей зоны манипулятора руки в плоскости ХУ изменение радиуса до 800 мм с углами поворота в каждом сочленении не более 100°.

5.2.5. Угол поворота шлема в плоскости ХУ не менее 180°.

5.2.6. Углы поворота телекамер под шлемом в плоскости ХУ и ХZ не менее 90°.

5.2.7. Показатели степеней подвижности шарниров и ротаторов:

- максимальный угол поворота 100°;
- скорость вращения переменная от 0...45°/с;
- ускорение вращения 45°/с²;
- максимальная угловая погрешность 0,01°.

5.2.8. Показатели назначения системы управления.

5.2.8.1. Устройство управления должно обеспечивать обмен информацией между РАП и оператором по пяти независимым радиоканалам на частотах до 2 ГГц.

5.2.8.2. Устройство управления должно обладать следующим объемом памяти в ГБ:

- оперативной в пределах 0,5 ... 2 ГБ;
- постоянной в пределах 160 ... 600 ГБ.

5.2.8.3. Устройство управления должно обеспечивать следующие независимые каналы радиосвязи между РАП и оператором:

- канал супервизорного управления манипуляторами рук;
- канал супервизорного управления манипуляторами ног;
- канал видеобзора РАП в плоскости ХУ в диапазоне 180°;
- канал навигации по карте маршрута шагания;
- канал управления инструментом.

5.3. Требования к надежности.

5.3.1. Все узлы манипуляторов должны работать без заеданий, вибрации, качания и ударов.

5.3.2. Манипуляторы рук и ног должны быть снабжены предохранительными устройствами от механических перегрузок.

5.3.3. После выполнения работы в условиях радиации РАП-АЭС должен пройти дезактивацию в специальной камере с проверкой остаточного уровня радиации. Поврежденный РАП-АЭС доставляется в дезактивационную камеру двумя рабочими РАП-АЭС.

5.3.4. Длительность пребывания РАП-АЭС в радиоактивной среде определяется специальной таблицей в зависимости от уровня радиации.

Таблица уточняется практическим испытанием по количеству сбоев системы управления.

5.3.5. После выполнения работы в радиационной среде и дезактивации РАП-АЭС проходит период восстановления с заменой рабочей гидрожидкости, поврежденных кассет и с учетом показания диагностической системы.

5.3.6. Повторная работа РАП-АЭС в радиационной среде возобновляется после полного восстановления системы управления по специальной программе.

5.3.7. Средний срок службы РАП до списания после всех видов ремонтов – не менее 5 лет.

5.3.8. Надежность РАП-АЭС в условиях и режимах эксплуатации должна характеризоваться следующими значениями показателей:

- наработка на отказ не менее 100 часов непрерывной работы в радиационной среде с радиацией – не менее 1000 Град;
- среднее время восстановления сбоя – не более 2 часов.

5.4. Требования к технологичности и метрологическому обеспечению разработки, производства и эксплуатации.

5.4.1. Конструкция РАП-АЭС должна быть технологичной при изготовлении, эксплуатации и ремонте.

5.4.2. Составные части РАП-АЭС, такие как манипуляторы, корпус с кассетами, шлем, захваты, батареи питания, боты должны быть доступны для ремонта (с заменой).

5.4.3. Сборка и стыковка отдельных частей РАП-АЭС не должны требовать сложного технологического оснащения.

5.4.4. Основные контролируемые параметры:

- габариты, которые не должны выходить за габариты человека средней комплекции;
- масса, которая не должна превышать 80-100 кг;
- удельная масса не должна превышать 3 г/см^3 ;
- число барьеров защиты плат с микроэлементами должны иметь не менее пяти барьеров защиты от внешней радиации;
- защитный скафандр должен иметь не менее трех слоев специальной ткани и обеспечивать невозможность вытекания гидрожидкости;
- средний удельный вес всех конструкций не должен превышать $2,5 \text{ г/см}^3$.

5.5. Требования к унификации и стандартизации.

5.5.1. При разработке составных частей РАП-АЭС необходимо предусмотреть:

- полную унификацию МГПШ и МГПР, кассет с печатными платами в корпусе, их гнезд;
- максимально возможно предусмотреть унификацию конструкций крепления, микросхем, электронных компонентов.

5.5.2. Использование серийно выпускаемых электронных компонентов должно достигать не менее 98 %.

5.6. Требования безопасности и охраны природы.

5.6.1. В системе управления должна быть предусмотрена сигнализация о приближении с вероятностью столкновения и аварийная остановка по голосовой команде.

5.6.2. В случае опрокидывания РАП-АЭС должна быть предусмотрена аварийная сигнализация оператору и программа самостоятельного выпрямления по команде оператора.

5.6.3. Должны быть предусмотрены аварийные кнопки СТОП и программы их выполнения.

5.6.4. РАП-АЭС должен соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.072-82.

5.6.5. Монтаж электрооборудования должен соответствовать требованиям ПУЭ.

5.7. Эстетические и эргономические требования.

5.7.1. Внешний вид РАП-АЭС должен максимально приближаться к внешнему виду человека, одетого в спецодежду.

5.7.2. Аккумуляторные батареи энергопитания должны быть хорошо закреплены, легко сниматься и иметь ударостойкую конструкцию.

5.8. Требования к защитному скафандру.

5.8.1. В конструкции скафандра должно быть предусмотрено несколько слоев: *внешний* защитный от повреждений, промежуточный, заполненный борозащитным слоем, *внутренний* герметичный и эластичный.

5.8.2. Размеры скафандра должны обеспечивать беспрепятственные движения МГП-в манипуляторов.

5.8.3. Скафандр должен иметь устройства быстрого снятия по аналогии со скафандром космонавтов.

5.9. Требования к шлему.

5.9.1. Конструкция шлема должна обеспечивать необходимую защиту от радиации.

5.9.2. Шлем должен иметь замок присоединения к скафандру, позволяющий его быстро снимать.

5.9.3. Шлем должен иметь смотровое окно из радиационного стойкого оргстекла, обеспечивающего обзор телекамерами на угол 180°.

5.10. Требования к схвату.

5.10.1. Схват должен быть быстросъемным и иметь фиксирующий замок.

5.10.2. Схват может иметь любой привод, три пальца с тактильными сенсорами, видеодатчик, силомоментный сенсор и защитную перчатку.

5.10.3. Конструкция губок схвата может быть съемной применительно к выполняемым работам.

5.11. Требования к стопе.

5.11.1. Стопа должна иметь защитный бот, оснащенный тактильными сенсорами на подошве, УЗИ расстояния, насосом перекачки протечек гидрожидкости, фильтром гидрожидкости и герметичное соединение со скафандром.

5.11.2. Защитный бот должен иметь возможность одевать калоши, увеличивающие площадь опоры и электромагнитные присоски, при перемещении по стальной поверхности.

5.11.3. РАП-АЭС может быть использован и без защитных ботов.

5.12. Требования к рабочей гидрожидкости.

5.12.1. В РАП-АЭС может быть применена гидрожидкость на основе нефтяных масел, водоглицериновая или синтетическая, однако обязательно должна содержать примеси бора.

5.12.2. Гидрожидкость должна иметь штуцер сброса и штуцер заправки в ботах.

5.12.3. Гидрожидкость должна иметь сенсоры контроля загазованности, вязкости, температуры.

5.13. Требования к аккумуляторной батарее.

5.13.1. РАП-АЭС может оснащаться несколькими аккумуляторными батареями, две из которых располагаются и крепятся на ремнях поверх скафандра, а одна или две меньших размеров – внутри корпуса (они обеспечивают аварийные ситуации).

5.13.2. Аккумуляторные батареи должны быть минимального веса и преимущественно литиевые.

5.13.3. Электролит батарей должен быть гелиевой консистенции.

5.14. Требования к камере дезактивации.

5.14.1. Камера дезактивации должна быть мобильная и содержать следующие устройства: бак с жидкостью дезактивации, систему прокачки и фильтр очистки, рукава с перчатками для доступа персонала к РАП-АЭС, расположенного в камере.

5.14.2. Камера дезактивации должна быть оснащена сенсорами радиации для оценки эффективности дезактивации.

5.14.3. Камера дезактивации должна быть оснащена устройством разворота РАП-АЭС, телекамерой, системой подогрева.

5.14.4. Камера после процедуры дезактивации используется как бокс восстановления после работы и как бокс транспортировки.

5.15. Условия эксплуатации, требования к техническому обслуживанию.

5.15.1. Все составляющие РАП-АЭС должны быть рассчитаны для работы при температуре от -10°C до $+70^{\circ}\text{C}$.

5.15.2. Зарядка аккумуляторных батарей должна производиться от сети с напряжением 220 В и частоте 50 Гц.

5.15.3. РАП-АЭС периодически должны обслуживать два человека, имеющие квалификацию наладчика электронной аппаратуры и слесаря-гидротехника.

5.15.4. Система обслуживания должна включать:

- ежедневное обслуживание;
- восстановление после работы в радиационной среде;
- замена отказавших кассет электроники;
- замена схватов, ботов, МПП-ов.

5.16. Требования к транспортировке и хранению.

5.16.1. Транспортировка и хранение РАП-АЭС производится в камерах дезактивации.

5.16.2. Условия транспортирования (хранения) РАП-АЭС в соответствии с требованиями ГОСТ 15150-69.

5.16.3. Срок хранения РАП-АЭС не более года.

6. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

6.1. Экономический эффект от внедрения одного РАП-АЭС зависит от сферы применения и выражается в _____ тыс. грн.

6.2. Срок окупаемости затрат на разработку и освоение производства может составлять 0,5 ... 3 года.

6.3. Лимитная цена РАП-АЭС может находиться в пределах 0,5 ... 1,5 млн грн.

6.4. Потребность в РАП-АЭС на ближайшие 5 лет может составить более 200 шт. для внутреннего рынка и более 500 шт. для внешнего рынка.

7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

7.1. Разработка конструкторской документации на РАП-АЭС предусматривает следующие стадии, этапы работ и сроки их выполнения:

- эскизный проект, кварталов	1
- технический проект, кварталов.....	4
- разработка рабочей конструкторской документации, кварталов	4
- разработка документации опытного образца, квартал	1
- монтаж и испытание опытного образца, квартал	1
- корректировка документации по результатам испытаний, квартал	0,5

- приемные испытания опытного образца, квартал.....0,5
- изготовление и испытание установочной партии, квартал4

Примечание. Общий срок изготовления и испытания можно сократить, если проектирование и изготовление РАП-АЭС разбить на конструктивные единицы и системы, которые параллельно будут разрабатываться. Для этого общее техническое задание должно состоять из следующих частных техзаданий:

- ТЗ-1 на изготовление защитного скафандра;
- ТЗ-2 на изготовление шлема;
- ТЗ-3 на изготовления модульных приводов;
- ТЗ-4 на разработку схем и печатных плат;
- ТЗ-5 на изготовление корпуса;
- ТЗ-6 на изготовление схватов и стоп;
- ТЗ-7 на разработку гидросистемы и гидростанции;
- ТЗ-8 на разработку аккумуляторных батарей;
- ТЗ-9 на разработку программного обеспечения;
- ТЗ-10 на разработку системы управления;
- ТЗ-11 на разработку пульта управления оператора.

Применение компьютерных программ P-CAD версии 2006, Solid Works версии 2006 и Matcad 12 также могут сократить проектирование.

7.2. Технический проект рассматривается на Комиссии, составленной из представителей АЭС и ЧАЭС.

7.3. Рабочая документация передается ОАО «АНДРОИД» для изготовления опытного образца и опытной партии.

7.4. Авторский надзор осуществляет Проектант РАП-АЭС.

8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ.

8.1. Согласованию подлежат: Технические условия (ТУ), Карта технического уровня и качеств продукции (КУ), Программа и методика испытаний (ПМ).

8.2. ТУ, КУ, ПМ согласовывают: ОАО «АНДРОИД» и представители АЭС и ЧАЭС.

8.3. Состав комиссии по проведению испытаний опытного образца должен соответствовать требованиям отраслевых стандартов.

Примечание. В конструкции РАП-АЭС не содержится радиоактивных источников, однако после работы в радиоактивной среде РАП-АЭС может иметь некоторую наведенную радиоактивность, требующую дезактивации.

ПРИЛОЖЕНИЯ К ТЗ

1. Кинематическая схема РАП-АЭС на ____ листе.
2. Копия Патента Украины № 1728 на _____ листах

3. Ведомость покупных изделий и материалов на _____ листах.

4. Книги.

ТЕХЗАДАНИЯ ДРУГИХ МОДИФИКАЦИЙ РАП

Принципиально Техзадания РАП-В, РАП-К, РАП-О, РАП-Ш, РАП-М слабо отличаются от приведенного для РАП-АЭС.

Отличие будет касаться только состава функциональных блоков и систем, примененных модульных приводов и некоторых дополнительных устройств.

Кинематическую схему и общую конструкцию можно сохранить неизменной.

БИЗНЕС-ПЛАН СОЗДАНИЯ ОАО «АНДРОИД»

1. Полное наименование предприятия: открытое акционерное общество (ОАО) «АНДРОИД».

2. Структура уставного капитала: обыкновенные акции стоимостью 10 000 грн.

3. Учредители: (фамилии) _____

4. Количество учредителей юридических лиц _____

5. Основной вид деятельности: проектирование и изготовление шагающих роботов-андроидов для обслуживания, ремонта и демонтажа АЭС.

6. Филиал предприятия: СКБ «Андроид».

7. Средняя численность работающих на предприятии с филиалом 150 чел.

8. Построение руководящего и менеджерского состава

Генеральный директор

Главный инженер

Главный бухгалтер

Коммерческий директор

Ф.И.О

Образование

Стаж работы

а) _____

б) _____

в) _____

9. Отраслевая принадлежность: машиностроение.

10. Характер проекта: обслуживание, ремонт и демонтаж АЭС, ЧАЭС.

11. Значение проекта: общегосударственное.

12. Задачи проекта: максимально сократить количество персонала, подвергающегося радиоактивному облучению.

13. Проработка проекта: разработка проектной документации, разрешительной документации, сметы затрат.

14. Участники проекта: ОАО «Андроид»:

Юридический адрес: Украина, г. Славутич, ул. _____

Организационно правовая форма: акционерный капитал.

Почтовые реквизиты _____

СКБ «Андроид»:

Юридический адрес: Украина, г. Киев, ул. _____

Почтовые реквизиты: _____

МАРКЕТИНГ

15. Характеристика рынка сбыта.

Украина не имеет собственного производства роботов, предназначенных для работы в условиях АЭС и демонтажа ЧАЭС под Укрытием 2, строительство которого начинается. Приближаются сроки окончания моторесурса ядерных реакторов на Южноукраинской АЭС, Ровенской АЭС, Хмельницкой АЭС, Запорожской АЭС, множества полуоткрытых свалок радиоактивных отходов возле ЧАЭС, в г. Днепродзержинске и других объектах с ядерными материалами. Потребность в таких машинах велика. Разработки МНТЦ «Укрытие» НАН Украины построены на колесном или гусеничном шасси, и не обладают достаточной проходимостью в условиях ЧАЭС и АЭС, но они обладают повышенной мощностью. Совместное применение разработок МНТЦ и РАП-АЭС может дать значительный эффект.

16. Определение объема производства. Украина располагает 14-ю работающими ядерными реакторами, из которых у половины приближается срок снятия с эксплуатации. А это потребует их консервации с последующим демонтажом. Оставлять на сотни лет в законсервированном состоянии выведенные из эксплуатации ядерные реакторы экономически невыгодно – на их содержание требуются значительные средства, которые накладываются на стоимость выработанной электроэнергии.

Демонтаж ядерного реактора – процедура дорогая (десятки млн дол) и к тому же сопряжена с определенными радиоактивными загрязнениями окружающей среды в процессе переработки отходов и их захоронении.

Андройды позволяют изменить и существенно удешевить технологию демонтажа.

Для демонтажа ЧАЭС потребуется около 20 РАП-АЭС, а может быть и больше.

Учитывая вышеизложенное, можно ожидать, что потребность в РАП-АЭС может составить для внутреннего рынка около 50 экз./год и столько же для внешнего. Итого 100 экз./год.

17. Конкурентами могут стать Япония, Канада, США, поэтому Украине следует расширять сферу использования РАП-АЭС и других модификаций.

18. Характеристика новизны: РАП-АЭС имеет патент – полезная модель, необходимо защитить образец и марку патентами.

19. Направления использования: АЭС, сельское хозяйство, переработка РАО, медицина, в том числе проведение несложных операций, дезинфекция и дезактивация, космос, разминирование, работы со взрывчатыми веществами.

20. Потребительская характеристика: ограждение человека от заболеваний и смертного исхода при работе в опасных условиях.

21. Изготовление диктуется в первую очередь программой демонтажа ЧАЭС.

22. Обеспеченность ресурсами:

Земля _____

Сырье и материалы _____

Управленческий персонал _____

Электроэнергия _____

Водоснабжение _____

Оборудование _____

Производственный персонал _____

Транспорт _____

Связь _____

23. Организация, обеспечивающая реализацию проекта: СКБ «Андроид», счет в банке _____

Юридический адрес _____

Почтовые реквизиты _____

24. Разрешительная документация: договор на аренду земли и помещений бывшего предприятия _____

ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

25. Потребность в капитале и направление использования инвестиций: 5 млн дол для проектирования и изготовления опытной партии в количестве 10 РАП-АЭС.

26. Источники финансирования:

Кредит банка __ 2 млн дол _____

Мобилизационные средства __ 3 млн дол _____

Всего средств на реализацию проекта: 5 млн дол _____

27. Источники погашения кредита: за счет предоплаты заказанных РАП-АЭС для собственных нужд АЭС и ЧАЭС.

28. Обеспечение заемных средств: фонд строительства «Укрытия 2».

29. Текущие производственные расходы:

Затраты на реконструкцию предприятия ОАО «АНДРОИД» _____

Затраты на оборудование СКБ «АНДРОИД» _____
Оплата труда конструкторов _____
Оплата труда производственного персонала _____
30. Производственные издержки:
Коммунальные услуги _____
Малоценные средства _____
31. Транспорт _____
32. Административные расходы:
Аренда здания предприятия и помещения СКБ _____
Телефон _____
Коммунальные услуги _____
Консалтинг _____
Оплата труда админ. аппарата _____
Погашение процентов за кредит _____
33. Налоги:
Налог на землю _____
Начисление на зарплату _____
Налог в пенсионный фонд _____
ПДВ _____
Налог на прибыль _____
Другие налогообложения _____
34. Строительно-монтажные работы _____
35. Пополнение оборотных средств _____
36. Резервный фонд _____
37. ИТОГО РАСХОДОВ _____
38. БАЛАНС _____
39. Издержки производства _____
40. Балансовая прибыль _____
41. Движение средств:
Поступление средств от реализации и услуг _____
Мобилизация средств _____
42. Расходы по текущей деятельности:
Материальные затраты _____
Производственные издержки _____
Маркетинг _____
Коммерческие расходы _____
Административные расходы _____
Погашение процентов за кредит _____
Итого расходов по текущей деятельности _____
43. Налоги, платежи, отчисления в бюджет _____
44. Всего расходов по текущей деятельности _____

45. ВСЕГО ПРИХОД СРЕДСТВ _____

46. ВСЕГО РАСХОД СРЕДСТВ _____

ПРИМЕЧАНИЕ 1. Бизнес-план требует уточнения с учетом текущих налогов.

НАВИГАЦИЯ РАП

За последние десять лет навигация стремительно развивается в связи с тем, что США установили 24 спутника, вращающиеся вокруг Земли по шести орбитам на высоте 20 180 км, создав Глобальную Систему Позиционирования (GPS). Навигационная система GPS была введена в эксплуатацию с 1995 года. Подобную систему навигации создает Россия (под названием ГЛОНАСС).

Система GPS позволяет любому человеку – пешему или на своем транспорте – с помощью портативного приемника определить свое местоположение с точностью до 5-15 метров.

Система GPS позволяет:

- определять географические координаты места нахождения;
- построить и запомнить линии своего пути;
- обеспечить возврат по линии пройденного пути;
- отметить и записать координаты любой точки пути;
- обеспечить непрерывное направление движения к заданной точке (курсоуказание);
- обеспечить информационную справку об объектах карты и путевых точках;
- создать, модифицировать и запомнить маршрут движения;
- производить автоматическую прокладку маршрута по дорожной сети (на картах с маршрутизацией);
- выдавать голосовые указания по построенному маршруту для сопровождения движения;
- производить поиск в памяти навигатора отдельных объектов карты, путевых точек и точек интересов пользователя, – производить расчет путевых параметров движения (путевой компьютер);
- производить расчет на заданную дату времени восхода и захода Солнца и Луны в любой точке Земли;
- производить расчет на заданную дату и местоположение наилучшего времени рыбалки и охоты;
- знать точное время.

GPS-приемник – это гарант навигационной безопасности любого перемещения, в том числе и РАП.

Для навигации РАП открываются следующие возможности:

- оператор может послать РАП в заданную точку для выполнения работы на любое расстояние в любую точку маршрута;
- определив координаты контрольной точки, РАП сможет уточнить свои координаты, включив свою систему определения расстояния до контрольной точки и этим устранить возможную погрешность;
- система GPS позволяет РАП выбирать опасные в радиационном отношении точки на поверхности Земли и выполнить работу по дезактивации;
- система GPS позволяет РАП осуществлять любой маршрут обзора территории и помещений;
- система GPS – открывает неограниченные возможности человеку использовать РАП в качестве своего помощника в любых ситуациях, связанных с опасностью для него.

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ НАВИГАТОРА

К основным компонентам навигатора относятся:

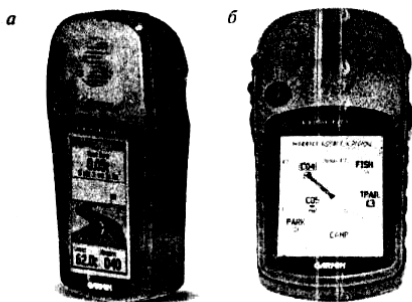
- антенна, которая встроена внутрь корпуса, если навигатор предназначен для работы внутри помещения, то он должен быть снабжен наружной антенной;
- цветной экран дисплея, так как карта маршрута содержит цветные элементы;
- порты обмена для связи с персональным компьютером (например, оператора РАП), предпочтительный быстродействующий USB-порт;
- электропитание автономное, обеспечивающее работу навигатора в продолжении от 10 до 36 часов, однако предпочтительно питание от системы питания РАП – такой вариант возможен;
- графический интерфейс обеспечивает доступ к навигационной информации через 4-7 экранных страниц (Карта, Компас, Магистраль, Путевой компьютер, Спутник);
- главное меню с дополнительной информацией;
- джойстик для некоторых моделей.

Конструктивно навигаторы могут быть: портативными, стационарными, полустационарными, встроенными.

При установке навигатора возле оператора предпочтительно иметь стационарный навигатор, а при сопровождении РАП необходимо иметь навигатор портативный.

На рис. 11.1 показаны портативные навигаторы.

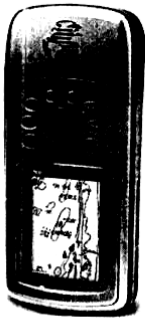
На рис. 11.2 показано изображение спутников на экране навигатора.



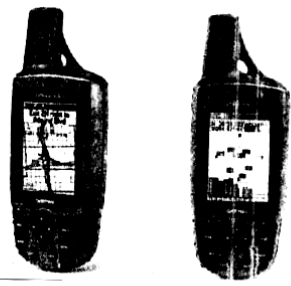
Навигаторы серии eTrex: *a* – Legend, моно; *б* – Legend Cx, color



a – навигаторы Vista, моно; *б* – Vista HCx color (с сайта hwp); *в* – Venture Cx



Навигатор GPSmap 76Cx



Навигаторы GPSmap 60Cx

Рис. 11.1. Портативные навигаторы

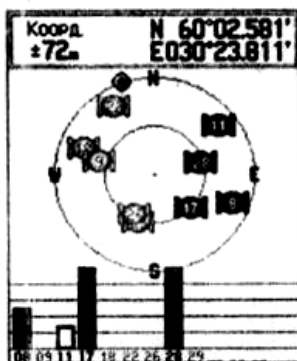


Рис. 11.2. Изображение спутников на экране навигатора

УПРАВЛЕНИЕ НАВИГАТОРОМ

Навигатор имеет не более 10 клавиш:

- СПУТНИКИ – показывает прием сигналов от спутников;
- ПУТЕВОЙ КОМПЬЮТЕР – обеспечивает индикацию путевых и навигационных данных;
- МЕТКА (Путевая точка) – позволяет отметить текущее местоположение и создать в нем путевую точку;
- НАЙТИ (Поиск) – обеспечивает поиск картографических объектов в память навигатора;
- ПУТИ (Траектории) – показывает объем памяти, занятый всеми линиями пути, список всех путей с указанием длины каждого. Настройки страницы позволяют записать или стереть путь, а также вызвать его индикацию на карте;
- МАРШРУТЫ – отвечает за создание и редактирование новых и просмотр сохраненных маршрутов;
- ШОССЕ (Магистраль) – обеспечивает движение по заданному маршруту в режиме магистрали с использованием четырех изменяемых полей данных;
- НАСТРОЙКИ – в этой группе предусмотрены: определение и выбор формата времени, единиц измерения расстояния, скорости, глубины, углов направления и температуры в метрической, английской сухопутной или морской системе. Чтобы вернуться к заводским настройкам, следует выбрать опцию «Восстановить стандартные»;

- **ОПАСНЫЕ ТОЧКИ** (Сигнализация о приближении). Эти точки назначаются пользователем, чтобы навигатор, приближаясь к ним на заданное расстояние, издавал предупредительный звук. Страница позволяет выбрать нужную точку и ввести радиус расстояния, чтобы сигнализация сработала. Не стоит воспринимать словосочетание «опасные точки» слишком буквально, это название условно;
- **ПРИЛОЖЕНИЯ** – в этой категории находятся: календарь, будильник, калькулятор, секундомер, игры, время восхода/захода Солнца и фазы Луны.

При кратковременном нажатии кнопки ПИТАНИЕ на любой странице появляется информация о состоянии навигатора: вид питания, ресурс энергии, режим определения координат, включение подсветки экрана, наличие обмена с компьютером.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ НАВИГАТОРОВ

GPS-приемник – это пластиковая коробочка (по размерам не больше мобильного телефона), в которой размещены многоканальный приемник высокой чувствительности, мощный микроконтроллер, интегрированная антенна, приемопередатчик Bluetooth и Li-ion аккумуляторная батарея. Навигатор – это малогабаритный специализированный компьютер, основной задачей которого является обработка слабых сигналов, поступающих со спутников, расчет географических координат и передача результатов обработки на персональный компьютер пользователя.

В настоящее время выпускают навигаторы компании Garmin, Royaltek, Naicom, Holux, Globalset, Emtac, Nemerix, SiRF, Soni, uNav.

Благодаря наличию 20 каналов GPS, приемник может принимать отраженные сигналы (в условиях плотной городской застройки и, особенно, в помещении), и использовать их при расчете координат. Наименьше энергии потребляет навигатор фирмы Nemerix.

Стоимость навигаторов находится в пределах 300-600 долларов; они нашли широкое применение в автомобилях.

Существует класс совсем миниатюрных навигаторов, предназначенных для ходьбы и бега. Это маленькие фитнес-компьютеры, регистрирующие общую и среднюю скорость бега, пройденную дистанцию, маршрут, сердечный ритм и многое другое. Их стоимость находится в пределах 200-500 долларов. Навигаторы миниатюрного типа имеют неограниченное значение для перемещения РАП в автоматическом режиме, а навигатор оператора позволяет контролировать перемещение РАП.

Проведены испытания применения навигаторов разных моделей GS-R232, GS-R238 фирмы Guidetek и модель H1-305N фирмы Holux.

Начальная и конечная точки замкнутого маршрута навигаторов H1-305N и GS-R238 совпадают, а GS-232 не совпадает. Это можно объяснить размером маршрута – чем меньше маршрут, тем труднее обеспечить нужную точность (10 м).

Есть важная особенность применения навигаторов – чем больше открытость неба и чем больше количество спутников улавливает приемник, тем лучше точность маршрута записывается в навигаторе.

В условиях хорошей видимости неба и отсутствия препятствий для прохождения сигналов, все приемники работали безукоризненно – быстро определяли координаты и четко отслеживали маршрут передвижения.

Из рисунков видно, что число спутников приема в помещении изменяется от двух до девяти (число квадратиков), отсюда и меньшая точность определения координат. Чаще всего в помещении условия для приема неудовлетворительны, и определить координаты приемник не может. Бывает так, что фиксация спутников пропадает совсем и затем снова появляется через некоторое время. В этом случае приемник работает на грани своих возможностей и зависит от расположения спутников, положения антенны приемника, состояния ионосферы, наличия облачности и других факторов.

Наиболее чувствительным оказался приемник GS-238, который мог принимать сигнал в помещении на расстоянии 2,5 м от окна, хуже работали два других приемника. Приемник GS-238 смог определить координаты, даже находясь в автомобиле и железном гараже при открытых воротах.

При движении в автомобиле, если на пути не было мостов и тунелей, высоких зданий, то треки маршрута были идеальными для всех трех навигаторов.

Однако не все так хорошо, если вдоль улиц находятся здания, которые уменьшают угол обзора приемника. В этом случае приемник работает на отраженном сигнале, а отраженный сигнал проходит большее расстояние, чем прямой, из-за чего накапливается ошибка в вычислении координат. Опыт использования навигатора в автомобиле показал, что устойчивее работали приемники GS-232 и P1-305N.

НАПРАВЛЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАП

Главным направлением усовершенствования РАП является СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ. РАП может иметь следующие модификации:

- для работы в наземных условиях с опасностью заражения химическими или бактериологическими веществами;
- для работ в угольной или урановой шахте (управление машинами и агрегатами, ремонт, спасательные работы);

- работа на АЭС (контрольные измерения, дезактивация, ремонт, ремонтж, утилизация, чистка трубопроводов);
- для работы с радиоактивными веществами или в условиях радиации;
- под водой на разной глубине;
- в космическом пространстве на орбите (ремонт, сбор мусора, спасательные работы);
- на поверхности Луны, Марса, астероида (сбор информации, строительство сооружений, ремонт устройств и космических аппаратов).

Каждая модификация РАП будет иметь свои индивидуальные системы измерения, специфические схваты, систему энергопитания, модификации модульных приводов, систему супервизорного управления.

Самым надежным способом работы РАП является парная работа или триоца, когда на месте выполнения каких-либо работ находятся минимум два или три РАП. Такая организация работ упрощает систему наблюдения за работой каждого РАП и обеспечивает взаимопомощь и, безусловно, надежность выполнения работы.

Рассмотрим направления усовершенствования РАП в более узком смысле.

МОДУЛЬНЫЕ ПРИВОДЫ МАНИПУЛЯТОРОВ

Главным направлением усовершенствования МГП-ов является максимальное снижение удельного веса и максимальное усовершенствование системы управления.

Необходимо разработать технологию серийного изготовления МГП с максимальным использованием пластмасс, композитов, алюминиевых и титановых сплавов. Существующие пластмассы позволяют это сделать (1, 2, 4, 5). Приведем основные физико-механические свойства полипропилена:

- плотность при 20°C, кг/м³ 900-910
- разрушающее напряжение при растяжении, МН/м² 245-392
- относительное удлинение при разрыве, % 200-800,
- ударная вязкость, кДж/м² 78,5
- твердость по Бринелю, Мн/м² 59-64
- температура плавления, °С 160-170
- теплостойкость по НИИПП, °С 160
- максимальная температура эксплуатации (без нагрузки), °С 150
- температура хрупкости, °С от - 5 до - 15
- водопоглощение за 24 часа, % 0,01-0,03

- удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м 10^{14} - 10^{15} (10^{16} - 10^{17})
- тангенс угла диэлектрических потерь 0,0002-0,0005
- диэлектрическая проницаемость при 50 Гц..... 2,1-2,3

Важным направлением усовершенствования МПП является создание вращающихся уплотнений вала МП с минимальными протечками, так как протекающая гидрожидкость (ГЖ) насыщается газами, а это ухудшает параметры МП (сползание).

Весьма перспективными материалами для изготовления МП являются композитные материалы, которые представляют собой гетерофазные системы.

При создании волокнистых композитов применяются высокопрочные стеклянные, углеродные, борные и органические волокна, металлические проволоки, а также волокна и нитевидные кристаллы ряда карбидов, оксидов, нитридов и других соединений. Армирующие компоненты в композитах применяются в виде моноволокон, нитей, проволок, жгутов, сеток, тканей, лент, холстов. В качестве армирующих элементов чаще всего применяют стеклоткани. Такая технология достаточно отработана, применение органотканей позволяет повысить прочность композитов.

Весьма желательно с гигиенической точки зрения вместо ГЖ на базе масел применить в МП воду или водо-глицериновую ГЖ, но для этого нужны эксперименты.

Совершенствование СУ МП может идти по пути уменьшения габаритов и применением сигнальных МК специального назначения со встроенными драйверами и преобразователями фаза-код, а также набором АЦП сенсоров давления, температуры и силы.

Необходимо разработать приемлемую конструкцию вращающегося силового трансформатора переменного тока для передачи энергии электропитания к СУ через использование гибких жгутов, а также приемопередатчика по радиоканалу или ультразвуковому каналу связи СУ МП с контроллеров корпуса и РС оператора. В принципе такой приемопередатчик может быть встроен во вращающийся силовой трансформатор. Таким образом можно исключить все информационные связи между МП манипуляторов.

Можно усовершенствовать и датчик угла поворота, изготовив на печатном диске не обмотки индуктосина а нанести ферромагнитную пленку с записью на ней полосок с плотностью 100...300 полосок на 1 мм окружности с последующим считыванием магнитной головкой в виде импульсов с передачей в МК МПП. Диск датчика угла с магнитными полосками можно расположить на крышке цилиндра, магнитную головку на вилке и избавиться от датчика угла как отдельной конструкции.

Подлежит усовершенствованию привод золотника, где вместо ЭШД целесообразно применить вибрационный двигатель на керамике, что позволит уменьшить вес, габариты и снять вопрос о трении покоя золотника и его точности перемещения. Возможно создание МПШ или МППР на базе вибрационного двигателя из керамики.

Необходима проработка применения МПШ на магнитной жидкости и на базе асинхронного электродвигателя со встроенным волновым редуктором. Нужно усовершенствовать МППШ в части подбора тормозной системы и системы управления.

Необходимо разработать соединительные трубопроводы между МГП-ми, максимально исключив гибкие шланги. При соединении двух рядом расположенных МГП шарнира трубопровод может быть проложен жесткий из алюминиевой трубки, если между собой соединяются вилки двух МГП.

Соединение от МГПШ к МГПР требует применения гибкого шланга, но можно разработать специальное вращающееся соединение.

Заслуживает внимания идея создания МПП или МГП миниатюрного исполнения размером не более наперстка, и из них строить исследовательские конструкции.

МАНИПУЛЯТОРЫ

Манипуляторы ног рук и ног могут иметь разное количество звеньев в виде активных МГПШ или МГПР. Разработанный автором РАП, в целом имеет по каждому манипулятору руки 6 степеней свободы, по манипулятору ног пять степеней свободы и две степени свободы манипулятора головной телекамеры. Общее число степеней свободы РАП составляет 24. Поэтому можно робота-андроида обозначать РАП-24 в отличии от других вариантов.

Например, можно исключить манипулятор головной телекамеры, заменив их ЭШД, тогда будем иметь РАП-22. Уменьшив в манипуляторе руки одно звено возле схвата, получим РАП-20. Можно сконструировать робот-андرويد по подобию гибона (с длинными манипуляторами рук, достающими до пола), увеличив в манипуляторе длину звеньев и добавив еще по два МГП, тогда получим РАП-26. В этом случае манипуляционные возможности РАП увеличатся, но будут вызывать неприятные ощущения у людей.

На базе принципов построения манипуляторов РАП можно собрать робот-лошадь с четырьмя манипуляторами ног и седлом на корпусе. Получим робот-лошадь РЛ-20.

Не представляет сложности создать еще более устойчивый к перемещению по пересеченной поверхности шестиногий робот-паук РП-30.

Можно создать из МП-ов летающего жука, который будет летать и захватывать при посадке необходимые предметы или даже людей, потерпевших аварию на воде, в горах (такие конструкции уже разрабатываются).

ГИДРОСИСТЕМА

Положительным свойством гидросистемы является высокая удельная мощность и гибкость передачи моментов и усилий. Усложнения приносят протечки гидрожидкости. Но и протечки могут иметь положительные свойства: смазка трущихся частей, защитная пленка от радиации. Усовершенствование гидросистемы может идти по пути повышения давления, использование сверхпрочных трубных соединений из наноматериалов и применением соединений из материалов с памятью (при нагреве гидрожидкости плотность соединений возрастает).

ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ

Электропитание РАП может совершенствоваться по пути уменьшения энергопотребления с использованием малопотребляющих компонентов, а также применением совершенных аккумуляторов и конденсаторов большой емкости.

Уже сейчас можно отказаться от использования ДВС как источника электропитания, а ограничиться только электроаккумуляторами с достаточным ресурсом работоспособности РАП. Подпитку аккумуляторов РАП можно осуществлять по акустическому каналу, радиоканалу, с использованием солнечных батарей, а также на базе миниатюрного ядерного реактора.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Совершенствование информационной системы безгранична в плане номенклатуры сенсоров, дистанционного управления, диагностики, интеллектуальных возможностей.

Для предложенного РАП можно предложить следующие информационные системы.

1. Измерение давления гидросистемы.
2. Измерение температур блоков РАП и внешних температур.
3. Ощущение поверхности защитного скафандра РАП.
4. Аварийная остановка опасного поведения РАП.

5. Вертикальная стабилизация.
6. Обзор окружающей обстановки.
7. Измерение расстояний до предметов.
8. Замер внешних температур и влажности.
9. Замер радиации окружающего пространства.
10. Определение направления движущегося объекта.

САМООБСЛУЖИВАНИЕ РАП

Под самообслуживанием понимается способность РАП самостоятельно выполнять некоторые действия для поддержания работоспособности. Например, самостоятельно подняться после опрокидывания на пол, сменить захват на более подходящий, подключиться к станции электропитания, транспортировать свою дизельэлектростанцию, установить обзорную телекамеру для супервизорного управления оператором.

ВЗАИМОПОМОЩЬ РАП

Под взаимопомощью понимается способность РАП-ов помогать друг другу. Взаимопомощь может возникать при совместной работе двух и более РАП. Такая организация предполагается наиболее приемлемой. При этом могут возникнуть следующие ситуации:

1. Необходимо помочь опрокинувшемуся РАП подняться в вертикальное положение.
2. Производить осмотр действий другого РАП для супервизорного обслуживания оператором.
3. Поднять и перенести тяжелый предмет.
4. Транспортировать дизельэлектростанцию питания в процессе перемещения на другое место выполнения работ.
5. Сменить ранцевую электробатарейку другому РАП.
6. Транспортировать поврежденного РАП в безопасное место с погрузкой на транспортер.
7. Удерживать приспособление или осветитель для выполнения работы другим РАП-ом.
8. Обеспечить всплытие поврежденного РАП на поверхность (для подводного варианта).
9. Выполнять работу совместно для ускорения окончания.
10. Провести осмотр поврежденного РАП и передать информацию оператору.

САМОПРОГРАММИРОВАНИЕ

Под самопрограммированием понимается способность РАП сменить программу выполнения действий. Для этого необходимо, чтобы РАП имел библиотеку программ с возможностью выбора. Программы могут пополняться в библиотеку оператором по каналу связи или создаваться при супервизорном выполнении. Уже существуют программы самообучения с оптимизацией по качеству и времени. Микроконтроллеры AVR способны выполнять самопрограммирование.