

УДК 629.734.7

В.Е. Александров, Н.Ю. Бериславский, П.И. Иванов, А.Ю. Куянов, М.В. Ситайло

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ПИЛОТИРОВАНИЯ ПЛАНИРУЮЩИХ ПАРАШЮТНЫХ СИСТЕМ

Постановка проблемы. Сущность проблемы состоит в необходимости совершенствования методов повышения безопасности функционирования и пилотирования людских управляемых планирующих парашютных систем (ППС), что связано с важными задачами обеспечения высокого уровня травмобезопасности спортсменов-парашютистов.

Анализ публикаций по теме исследования. Последние достижения и публикации, в которых начато решение данной проблемы и на которые опираются авторы, представлены в работах [1-5]. Не решенной ранее частью общей проблемы, которой посвящается настоящая работа, являются вопросы детального исследования факторов, влияющих на травмобезопасность спортсменов-парашютистов.

Цель статьи. Целью данной работы является исследование и анализ особенностей функционирования и пилотирования ППС с тем, чтобы в перспективе можно было бы выполнить вероятностную оценку возможности снижения травматизма спортсменов-парашютистов, что является важной задачей в отрасли парашютостроения.

Основная часть

В последнее время все большую популярность приобретает парашютный спорт, что связано с непрерывным появлением новых спортивных планирующих парашютных систем со все более высокими летно-тактическими характеристиками (ЛТХ). При этом интенсивно развиваются и совершенствуются направления, определяемые классификацией спортивных ППС.

Однако, также необходимо отметить, что с ростом скоростей, обусловленным ростом коэффициента загрузки и изменений в геометрии куполов, возрастает и вероятность травматизма спортсменов-парашютистов, что является крайне нежелательным фактором.

1. Особенности функционирования системы парашютист-ППС

Под процессом функционирования системы понимается ее способность выполнять все функции, заложенные в нее при проектировании и подтвержденные летными испытаниями.

Процесс функционирования системы принято разделять на три этапа:

- введение в действие и раскрытие (наполнение) ППС;
- выход системы в переходной режим снижения после наполнения ППС;
- движение в режиме установившегося снижения.

Сегодня детальный качественный и количественный анализ процесса введения в действие и раскрытия (наполнения) ППС стал возможен благодаря появлению методики [1]. Методика дает возможность выявить все особенности процесса, обнаружить нюансы, присущие именно данному куполу, выдать рекомендации конструктору по доработке и совершенствованию конструкции, построить полумпирические математические модели процесса наполнения купола [2],[3].

Используя данную методику, удалось подробно описать процесс наполнения людского двухоболочкового купола планирующего парашюта со слайдером [2]. Удалось обнаружить три основных этапа в процессе наполнения купола планирующего парашюта по критерию величины дисперсии времени протекания этапа. Было установлено также, что величина дисперсии времени наполнения купола максимальна на первом этапе и уменьшается с увеличением номера этапа, что приводит к поэтапному возрастанию стабильности процесса. В то же время математическое ожидание времени наполнения на каждом этапе возрастает с возрастанием номера этапа и пропорционально площади купола парашюта. Проведенный детальный анализ процесса наполнения был использован при построении инженерной математической модели поэтапного процесса наполнения двухоболочкового планирующего парашюта [3].

Детальный качественный и количественный анализ процессов выхода системы в переходной режим установившегося снижения после наполнения ППС и движения в режиме установившегося снижения возможно как с помощью аппаратуры системы внешнетраекторных измерений (ВТИ), так и с помощью качественной видеосъемки с земли. В целом, по всем трем этапам процесса раскрытия также можно получить ценную информацию как от парашютиста-испытателя, так и от спортсмена-парашютиста, эксплуатирующего данную систему.

Например, удалось установить, что эллиптические купола – самые строгие и требовательные к квалификации пилота. Так, если с помощью стропы управления ввести купол в разворот, то после отпускания стропы управления прямоугольный купол сам выходит на прямое планирование, а эллиптический продолжает крутить спираль, и его необходимо выравнивать вручную. Это объясняется тем, что эллиптический купол (по форме напоминающий лопасть винта) обладает минимальным индуктивным сопротивлением и легко входит в режим самовращения (авторотации). Этот режим для

системы эллиптический купол-парашютист является точкой устойчивого равновесия, и поэтому вывод из него требует вмешательства парашютиста. Эллипсы, по сравнению с другими типами куполов, теряют больше всего высоты в развороте (это опять же объясняется режимом авторотации). При выполнении спирали, так называемом «скручивании», вертикальная скорость может превышать 30 м/с.

Также экспериментально удалось установить, что удлинение купола парашюта не должно превышать тройки; при больших значениях возникают проблемы в стабильности раскрытия купола парашюта. Купол наполняется асимметрично с большой вероятностью возникновения какого-либо типа перехлеста или перекрута строп.

Удалось установить экспериментально, что при уменьшении площади купола (и как следствие увеличении коэффициента загрузки) различные отказы становятся более радикальными и быстрыми. Практика показала также, что обязательно следует учитывать рекомендации производителей парашютной техники относительно размеров купола, загрузки и всех других возможных ограничений.

2. Особенности пилотирования ППС

2.1 Контроль системы в режиме торможения.

Умение контролировать купол в режиме торможения позволяет совершать развороты без большой потери высоты (выполнять плоские развороты), а также управлять парашютом во время выполнения динамического торможения (ДТ) или динамического подрыва (ДП).

Под динамическим подрывом будем понимать резкое симметричное опускание строп управления вниз, до предельного уровня, например, с целью избежать столкновения в воздухе или при неожиданном изменении рельефа на посадочной площадке в момент приземления.

Под динамическим торможением будем понимать плавное симметричное опускание строп управления вниз до предельного уровня в процессе пилотирования или в процессе приземления.

Асимметричное расположение парашютиста в подвесной системе во время приземления или неравномерное затягивание петель управления может привести к нестационарному переходному режиму (т.е. парашютист может непреднамеренно выполнить асимметричные ДТ или ДП ("неровную подушку" на сленге парашютистов), в результате которой купол может выйти из-под контроля. То же самое может случиться и в случае, когда при выполнении "подушки" произошел случайный зацеп ногой поверхности посадки или, например, при приземлении не строго против ветра. Эта ситуация может усугубиться рефлекторной реакцией спортсмена выставить вперед ближайшую к земле руку и, для равновесия – поднять вверх противоположную [4]. Такой маневр с находящимися в руках стропами управления (СУ) парашют воспримет однозначно – повернув в сторону опущенной вниз руки, он тут же упадет на бок и в большинстве случаев парашютист получит травму.

Купольным пилотам необходимо тренироваться правильно реагировать на поведение купола в подобных случаях – не просто уметь удержать его на требуемом курсе, но и продолжать выполнять динамическое торможение без потери его эффективности. Попытаться противостоять желанию вытянуть руку вперед (то есть вниз) к препятствию будет достаточно трудно [4].

Уменьшить вероятность травм можно специальным упражнением. Идея этого упражнения состоит в том, чтобы контролировать направление купола во время выполнения ДТ. Суть упражнения сводится к восстановлению купола из умышленно неровно выполненного ДТ. После контроля высоты и площадки приземления, выполнить неровное ДТ – купол должен при этом дать крен и повернуться. После этого, контролируя купол СУ, необходимо вернуть его обратно к прямолинейному движению. Необходимо поэкспериментировать с разными направлениями и углами, плавно, начиная с небольшого угла и с каждым разом увеличивая его [4]. Практика показывает настоятельную необходимость постоянных тренировок начинающих спортсменов в выполнении динамического торможения (ДТ) или, как часто еще его называют, динамического подрыва, или на сленге – "подушки", на протяжении части процесса снижения. Для отработки ДТ необходимо отпустить стропы управления (СУ), дать системе возможность набрать скорость, а затем плавно затянуть петли управления вниз на полную длину.

Скорость затягивания СУ варьируется в зависимости от типа купола. Весьма полезно изменять скорость затягивания СУ на всем протяжении выполнения ДТ – плавно, но быстро в начале, затем, когда скорость начнет падать – медленно, контролируя удержание необходимой глиссады планирования. Важно для каждого купола найти необходимые точки интервала изменения (начала и конца) и оптимальную скорость затягивания. Цель – научиться чувствовать, в какой именно момент времени кинетическая энергия системы парашютист–ППС преобразуется в потенциальную и вертикальная скорость упадет до минимума, но при этом еще остается возможность удерживать систему в горизонтальном полете. Генерируемая ДТ ("подушкой") дополнительная подъемная сила временна, и если парашютист будет удерживать СУ в нижнем положении достаточно долго – она вскоре полностью исчезнет, и система снова начнет набирать вертикальную составляющую скорости. Очень важно для начинающего спортсмена правильно интуитивно угадать время начала выполнения ДТ [4].

В критических ситуациях, после успешно выполненной отцепки и раскрытия запасного парашюта, находясь в возбужденном состоянии, спортсмен может легко забыть о том, что в данный

момент он находится под незнакомым ему куполом. Поэтому необходимо обязательно попробовать в воздухе несколько раз ДТ (если позволяет высота), что существенно снизит вероятность травматизма [4].

2.2 Тренировка разворотов.

Для тренировки плоских разворотов – предварительно определив положение площадки приземления, выполнить ДТ ("подушку"), удерживая петли управления вниз. После небольшого пролета (~10 секунд) изменить направление, слегка отпустив вверх противоположную к направлению разворота СУ. Незначительно повернув (градусов на 10-20), вернуть отпущенную СУ обратно вниз – на уровень первой. При этом система должна прекратить разворот и продолжить прямолинейное движение. Повторить то же в противоположном направлении.

При возвращении системы к режиму полной скорости необходимо подготовиться к просадке вниз – это весьма важный фактор, о котором необходимо помнить, если использовать "плоский разворот" в качестве крайнего разворота перед приземлением. Игнорирование этого факта может существенно усугубить последствия на малых высотах и привести к травматизму спортсмена-парашютиста.

Выполняя длительные развороты на "зажатом" СУ куполе, иногда можно обнаружить, что внутренняя к повороту сторона купола стремится к режиму срыва ("свалу" – на сленге парашютистов). Это происходит из-за уменьшения скорости воздушного потока, поэтому необходимо постоянно регулировать натяжение СУ, чтобы удерживать систему от срыва (рекомендуется выполнять это упражнение на достаточной высоте, что исключит вероятность травматизма спортсмена-парашютиста) [4], [5].

Для выполнения глубокого разворота спортсмену-парашютисту часто приходится оперативно принимать решение: что предпочтительней, с точки зрения безопасности, СУ или свободные концы? Известно, что "хук-торн" на стропе управления потенциально опаснее, чем "карвинг" на переднем свободном конце. Конечно же, это целиком зависит от того, как выполнен разворот, то есть спортсмен может свободно совершить агрессивный "хук-торн", используя передний свободный конец (с резким забросом тела через купол), или же выполнить эффективно "карвинг" с помощью стропы управления. Разворот на свободном конце более расточителен в смысле потери высоты – и дуга восстановления у него будет несколько больше, поэтому начинать его необходимо несколько выше. Если спортсмен заходит на посадку плавным "карвингом" на переднем свободном конце, и если он не рассчитал высоту, и его система не успевает выйти на запланированный курс – необходимо отпустить свободный конец и заканчивать разворот при помощи небольшого затягивания соответствующей СУ [4].

При достаточном опыте обращения с куполом спортсмену можно переходить к изучению экстренного выхода из дуги. Необходимо постоянно совершенствовать свою способность чувствовать купол, постоянно анализируя его поведение и всевозможные реакции на различные воздействия. Это также один из важных факторов повышения травмобезопасности спортсмена-парашютиста.

Восстановление системы после разворота.

Важным для обеспечения безопасности пилотирования является понятие радиуса выхода. Радиус выхода – выход системы из вертикального движения в горизонтальный полет по дуге заданного радиуса. Парашютисту необходимо сделать этот радиус таким, чтобы траектория выхода была максимально круглой и плавной (плавный вывод, начатый на большой высоте, безопаснее резкого рывка перед землей). Если система сама выходит из вертикального падения в горизонтальный полет без помощи СУ, значит, она находится на радиусе выхода.

Спортсмену необходимо знать, сколько времени и высоты требуется данной парашютной системе для восстановления после разворота или для выхода на свою глассаду после его разгона за свободные концы (так называемая дуга восстановления). Еще более важным является умение выполнить эту дугу восстановления быстрее – в случае, если спортсмену требуется срочно изменить направление крайнего разворота или если он выполнил его слишком низко – так называемое экстренное восстановление. Однако даже для самого экстренного восстановления все равно необходим достаточный запас высоты [4],[5]. В упражнении по повышению степени безопасности выполняется несколько крутых разворотов с большой потерей высоты, что требует концентрации внимания, свободного пространства и запаса высоты. Выполнить разворот, вернуть СУ вверх и посмотреть, сколько времени потребовалось парашютной системе для того, чтобы вернуться снова на требуемую глассаду. Можно считать вслух во время восстановления купола – это также есть метод количественной оценки дуги восстановления. Когда спортсмену удастся полностью разобраться с дугой восстановления своей системы, что значительно снижает в дальнейшем вероятность его возможного травматизма, можно переходить к изучению режима экстренного восстановления.

После выполнения контроля запаса высоты и положения площадки приземления выполнить разворот, вернуть СУ вверх и тут же сделать ДТ ("подушку"). Поскольку купол мгновенно отреагирует на действия парашютиста, он почувствует серьезную перегрузку, так как будет продолжать падение, а

купол приобретет большую подъемную силу. На высоких скоростях потребуются приложить достаточно много усилий, чтобы выполнить такое экстренное восстановление [4].

Если после "хук-торна" требуется выполнить динамическое торможение для выхода из дуги восстановления, делать это нужно так, чтобы разворот был осуществлен на безопасной высоте. Достаточной по условиям безопасности можно считать высоту, когда парашют после крайнего разворота самостоятельно переходит на свою глиссаду без воздействия на СУ, правда, в конце требуется немного их подтянуть, чтобы вывести систему в горизонтальный полет [4].

2.3 Управление куполом за задние свободные концы.

Иногда спортсмены используют задние свободные концы (СК) сразу после раскрытия для того, чтобы стянуть слайдер вниз или "раскрыть" слипшиеся крайние секции (если такое произойдет). Также с их помощью можно весьма эффективно контролировать купол первые несколько секунд после раскрытия – когда петли управления еще зачекованы и, соответственно, скорость системы уже не слишком велика. Действительно – гораздо проще стянуть слайдер при зачекованных петлях управления и небольшой горизонтальной скорости, чем после их освобождения и разгона купола. При тренировке данной техники – все равно необходимо на всякий случай расчехлять петли управления до момента прохождения высоты принятия решения на отцепку [4]. Можно также использовать задние свободные концы для управления куполом, его приземления и выполнения "подушки" в том случае, если, например, в воздухе разрушилась стропа управления. Однако это стоит делать только в том случае, если обе стропы расчехлены, и спортсмен точно знает, что делает.

Принятие решения сажать систему, пользуясь свободными концами, достаточно серьезно. Дело в том, что, даже потренировавшись в управлении системой за задние свободные концы при целых стропах управления, все равно можно заметить некоторые отличия в поведении купола при обрыве этих строп – когда заднюю кромку купола уже ничего не будет удерживать. Это очень важный аспект пилотирования купола, который необходимо серьезно изучить и обязательно научиться правильно выполнять до того, как использовать. Одним из главных качеств профессиональных спортсменов-парашютистов является принятие быстрого и правильного решения в подобных случаях: либо купол пригоден для приземления на задних свободных концах в случае разрушения строп управления, либо стоит все же отцепиться и задействовать запасной купол (особенно это важно для высокоскоростных куполов) [4].

Перед выполнением этого упражнения, выполнив контроль высоты, пространства и положения площадки приземления, удерживая петли управления в руках, взяться за задние свободные концы примерно на том уровне, где чекуются петли управления. Теперь, используя задние концы, можно управлять куполом – левым для разворота влево, правым – для разворота направо. Придется применять значительно большие усилия, чем при управлении СУ, поскольку теперь необходимо затянуть вниз четверть купола вместо нескольких задних секций. Динамическое торможение ("подушка") на задних СК потребует минимального затягивания по сравнению с "подушкой" на СУ: перебор с усилием приведет к внезапному срыву, поэтому здесь необходимо действовать плавно и строго симметрично. Систематические тренировки значительно снижают в дальнейшем вероятность возможного травматизма.

2.4 Выполнение «свупов».

«Свуп» – это достаточно длинный, высокоскоростной пролет в непосредственной близости от поверхности посадки за счет грамотно выполненного крайнего крутого разворота, позволившего накопить системе достаточно большую кинетическую энергию. "Свуп" – очень рискованное упражнение, и ошибка в расчетах и выполнении такого метода приземления подвергает опасности как спортсмена-парашютиста, так и находящиеся рядом людей. Выполнение "свупов" допустимо только при благоприятном стечении всех требуемых обстоятельств. Если хотя бы какой-либо момент вызывает беспокойство, нет никакого смысла в риске. Особенно опасны слишком низкие развороты; крайне редко удастся удачно выдернуть систему из дуги восстановления прямо перед землей [4].

Достаточная высота для разворота при выполнении "свупа" должна быть такой, чтобы система могла выйти из дуги восстановления на свою глиссаду самостоятельно, и если спортсмен будет выполнять "хук-торн" именно с такой высоты, все должно пройти без травматизма. Конечно, система во время движения по своей глиссаде сильно снижается, поэтому некоторые регулировки стропами управления придется выполнить [4]. Нужно иметь в виду, что определить высоту для начала выполнения разворота под "свуп" достаточно сложно. Ощущение высоты может быть искажено многими различными факторами: изменением освещения, временем суток, темными очками, прыжками над водой, на незнакомой дроп-зоне, переутомлением. Ошибки в определении высоты могут появиться из-за неправильного расчета при посадке в плотном трафике и т.д. Еще одной причиной просчета с высотой может быть незнакомый купол или малый опыт спортсмена. Нужно также иметь в виду, что меньшие по размеру и более скоростные купола имеют дугу восстановления несколько больше, и им необходима большая высота для выхода на свою глиссаду [4].

2.5 Определение режима полного срыва.

Вход в режим полного срыва на сленге парашютистов называется точкой "свала". Вход в режим полного срыва начинается тогда, когда купол под воздействием полностью затянутых СУ теряет горизонтальную составляющую скорости и начинает складываться, вызывая тем самым резкое увеличение вертикальной скорости.

Наблюдая за куполом, можно видеть, что как только начнется вход в режим, купол станет мягким и начнет терять свою форму, так как угол атаки стал слишком большим, передняя кромка купола задирается вверх и давление воздуха в секциях парашюта начинает падать. Категорически запрещается выполнение этого режима на небольшой высоте. Жизненно важно знать, где находится точка входа в режим полного срыва на вашем куполе и как он возвращается из этого состояния. Для обнаружения этой точки не обязательно ждать, пока купол окончательно сложится – достаточно просто ее обнаружить по моменту входа в режим парашютирования, который предшествует входу в режим полного срыва. Восстанавливается режим нормального полета достаточно легко, нужно просто плавно отпустить петли управления на 5-10 см. Рекомендуется повторять это упражнение на относительно большой высоте. Не рекомендуется выполнять это упражнение ниже высоты принятия решения на отцепку [4], [5].

Семисекционные купола имеют тенденцию в режиме полного срыва в начале удерживать свою форму и двигаться назад, после чего могут изменять свою геометрию и динамику движения системы в целом. Девятисекционные часто деформируются и приобретают вид подковы, после чего окончательно теряют курс и при восстановлении ведут себя очень резко и динамично, вызывая иногда закрутку строп. Так же могут возникнуть и залипания секций купола.

Важно исследование влияния скорости отпускания строп управления. Чем резче их отпустить, тем динамичней восстановится купол, в результате чего получится гораздо больший бросок крыла вперед и клевок вниз перед выходом на стандартную глиссаду планирования. Большинство (но не все) студенческие купола обладают достаточно большим диапазоном регулирования, поэтому даже затянутые до конца СУ не смогут подвести купол к точке входа в режим полного срыва. Поэтому важно понимать, что динамическое торможение ("подушка"), выполняемое на таких студенческих куполах (затягивание СУ вниз до упора), может вызвать переход в режим полного срыва у более скоростных куполов. При переходе на новый купол обязательно необходимо внести соответствующие поправки [4]. Это важный момент для снижения степени возможного травматизма.

2.6 Приоритеты безопасности приземления.

Хорошо спланированный заход на посадку позволяет легко выполнить хорошее приземление, в то время как плохие приземления обычно начинаются с плохого захода. Поэтому важным моментом для повышения безопасности является отработка построения захода на посадку перед обучением скоростным приземлениям.

Анализ статистики травматизма пилотов на стадии посадки позволил выявить основные приоритеты приземления [4]:

- а). На безопасную площадку.
- б). Не во время разворота (т.е., когда купол находится над вами).

При развороте система резко увеличивает свою вертикальную скорость, и приземление наверняка будет жестким, а во многих случаях – смертельным.

- в). Попадание в спутный след.
- г). Против ветра.

Иногда стремление сесть против ветра, не имея достаточной высоты для разворота и выполнения динамического торможения ("подушки"), приводит к многочисленным травмам, серьезным увечьям и летальным исходам. Правильное выполнение динамического торможения и контроль состояния и положения купола до окончания его перемещения в пространстве – вот необходимые составляющие хорошего приземления, причем независимо от его направления. Самое важное – не забывать перед каждым маневром обязательно выполнять проверку Пространства, Высоты и положения Площадки Приземления [4].

2.7 Особенности конструкции.

Другая важная особенность, которую необходимо иметь в виду при анализе безопасности пилотирования – возможные изменения элементов конструкции парашюта в процессе эксплуатации.

Например, поведение парашютной системы после замены строп. Известно, что стропы управления из-за постоянного трения о слайдер со временем укорачиваются. Это приводит к тому, что система постепенно начинает выходить из разворота чуть раньше – процесс, приводящий к тому, что спортсмен начинает делать крайний разворот все ниже и ниже, что может увеличивать вероятность травматизма. После замены строп система возвращается к своему старому поведению, то есть она снова выходит на глиссаду немного позже, чем было до этого. Этот фактор нужно учитывать после соответствующего ремонта купола. Обязательно требуется заново опробовать его поведение. Это существенно может повысить степень травмобезопасности спортсмена-парашютиста.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

1. Детально рассмотрены и исследованы наиболее часто встречающиеся факторы, способные привести к травматизму спортсменов-парашютистов, и предложен ряд мероприятий по их предотвращению. Это дает возможность в дальнейшем, после формирования полной группы событий, построить математические модели оценки вероятности случаев травматизма как без учета, так и с учетом мероприятий по их предотвращению.

2. Полученная информация в перспективе уже позволяет построить граф состояний системы в полете с целью создания компьютерной модели для проведения статистических испытаний и получения условных и полных вероятностей критических событий как в процессе функционирования, так и в процессе пилотирования системы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Куянов А.Ю. Типовая методика летных испытаний № 4.28.3.18.К. «Исследование и проверка процесса раскрытия планирующих парашютных систем при размещении цифровых средств видеорегистрации на парашютисте (объекте десантирования)» /А.Ю. Куянов; ГНИЦ ВСУ–Феодосия: 2012. - 40с.
2. Иванов П.И. Анализ процесса наполнения планирующего парашюта со слайдером. /П.И. Иванов, А.Ю. Куянов// Авиационно-космическая техника и технология. №6(93),–Харьков (ХАИ).: 2012– с.33-36.
3. Иванов П.И. Полуэмпирическая инженерная математическая модель для описания процесса раскрытия двухболочкового планирующего парашюта. /П.И. Иванов, А.Ю. Куянов // Авиационно-космическая техника и технология. №7(94),–Харьков (ХАИ).: 2013– с. - .
4. Электронный ресурс: Крис Линч. Мастерство управления куполом. http://www.sky.vvo.ru/items_8.htm.
5. Электронный ресурс: John LeBlanc. Безопасное пилотирование и приземление скоростных куполов. <http://www.skydiver.com.ua/publication/index.php?id=1051958223>.

АЛЕКСАНДРОВ Виталий Евгеньевич – начальник отделения, ведущий инженер по испытаниям, Государственный Научно-Испытательный центр ВС Украины.

Научные интересы:

– испытания парашютных систем.

БЕРИСЛАВСКИЙ Николай Юрьевич – помощник ведущего инженера по испытаниям, Государственный Научно-Испытательный центр ВС Украины.

Научные интересы:

– испытания парашютных систем.

ИВАНОВ Петр Иванович – д.т.н., профессор, ведущий специалист по летным испытаниям парашютных и парапланерных систем, Феодосийский факультет ХНТУ.

Научные интересы:

– проектирование и испытания систем спасения и посадки летательных и космических аппаратов.

КУЯНОВ Алексей Юрьевич – ведущий инженер по испытаниям, старший парашютист-испытатель, Государственный Научно-Испытательный центр ВС Украины.

Научные интересы:

– испытания парашютных систем.

СИТАЙЛО Максим Васильевич – начальник лаборатории, старший инженер-испытатель, Государственный Научно-Испытательный центр ВС Украины.

Научные интересы:

– испытания парашютных систем.