



**Комплексный тренажер экипажа
самолета Л-39**

Содержание

	Номер слайда
1. Содержание.....	2
2. Назначение тренажера.....	3
3. Состав тренажера.....	4
4. Структура и взаимодействие элементов тренажера.....	5
5. Вариант размещения тренажера в быстровозводимом здании	6
6. Вариант размещения тренажера в помещении.....	7
7. Имитатор отсека кабин летчиков.....	8
8. Оборудование имитатора отсека кабин.....	9
9. Система подвижности.....	10
10. Система визуализации закабинного пространства.....	11
11. Качество визуализации закабинного пространства.....	13
12. Адекватность наземной и воздушной обстановки.....	14
13. Автоматизированное рабочее место руководителя занятий.....	15
14. Программный комплекс тренажера (ПКТ).....	16
15. Возможности по интегрированию тренажера.....	17
16. Адекватность тренажера.....	18
17. Надежность тренажера.....	19
18. Эксплуатационные характеристики тренажера.....	20
19. Учебно-методические возможности тренажера.....	21
20. Задачи, отрабатываемые на тренажере.....	22
21. Возможности тренажера по имитации особых (аварийных, внештатных) ситуаций и выработке навыков по выводу из них самолета.....	23
22. Сравнение тренажера с известными зарубежными аналогами.....	24
23. Достоинства использования тренажера в процессе летной и боевой подготовки.....	25

Назначение тренажера

Комплексный тренажер экипажа самолета Л-39 (ТЛ-39) предназначен для обучения и тренировки на земле курсантов и летчиков самолетов типа Л-39 действиям в полном объеме их функциональных обязанностей по пилотированию, навигации, эксплуатации бортовых систем и оборудования самолета, коммуникативной деятельности, действиям при отказах различных бортовых систем и в особых случаях в соответствии с Руководством по летной эксплуатации самолета Л-39 (РЛЭ).

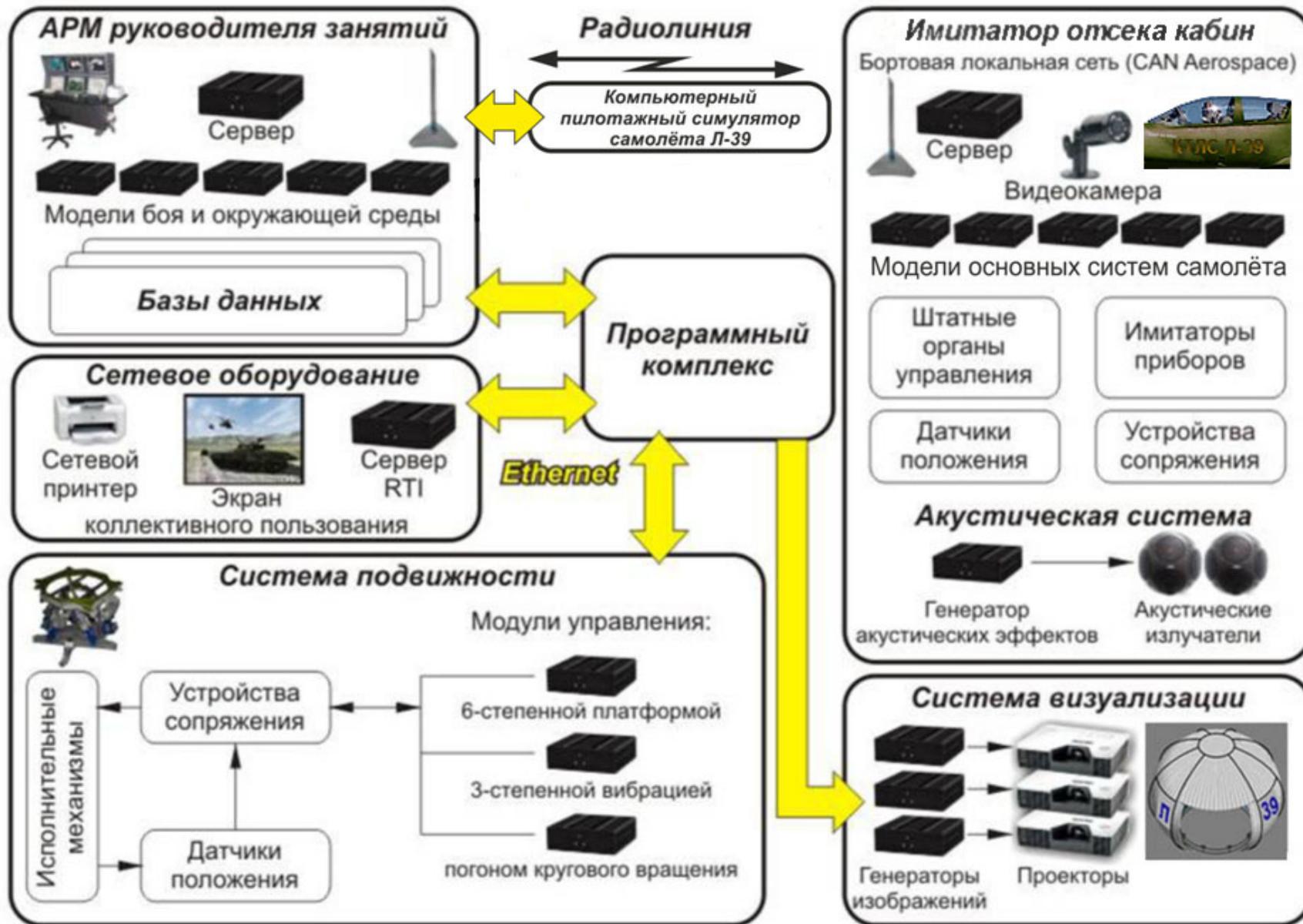
Тренажер обеспечивает решение задач формирования, совершенствования и поддержания у курсантов и летчиков устойчивых навыков управления самолетом и его вооружением в различных условиях (в том числе и при противодействии наземного и воздушного противника).

Тренажер может использоваться в ходе боевой подготовки авиационных частей и подразделений, а также в учебном процессе военных учебных заведений при отработке тем, связанных с пилотированием и боевым применением самолетов типа Л-39.

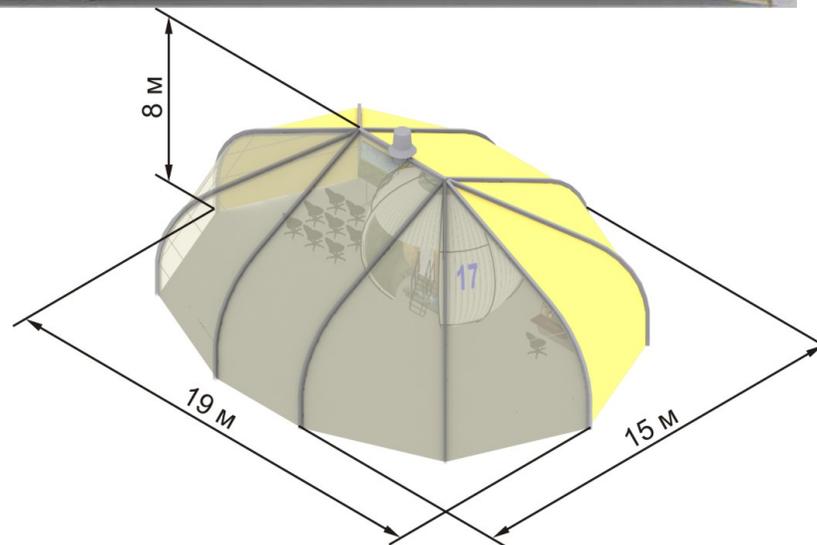
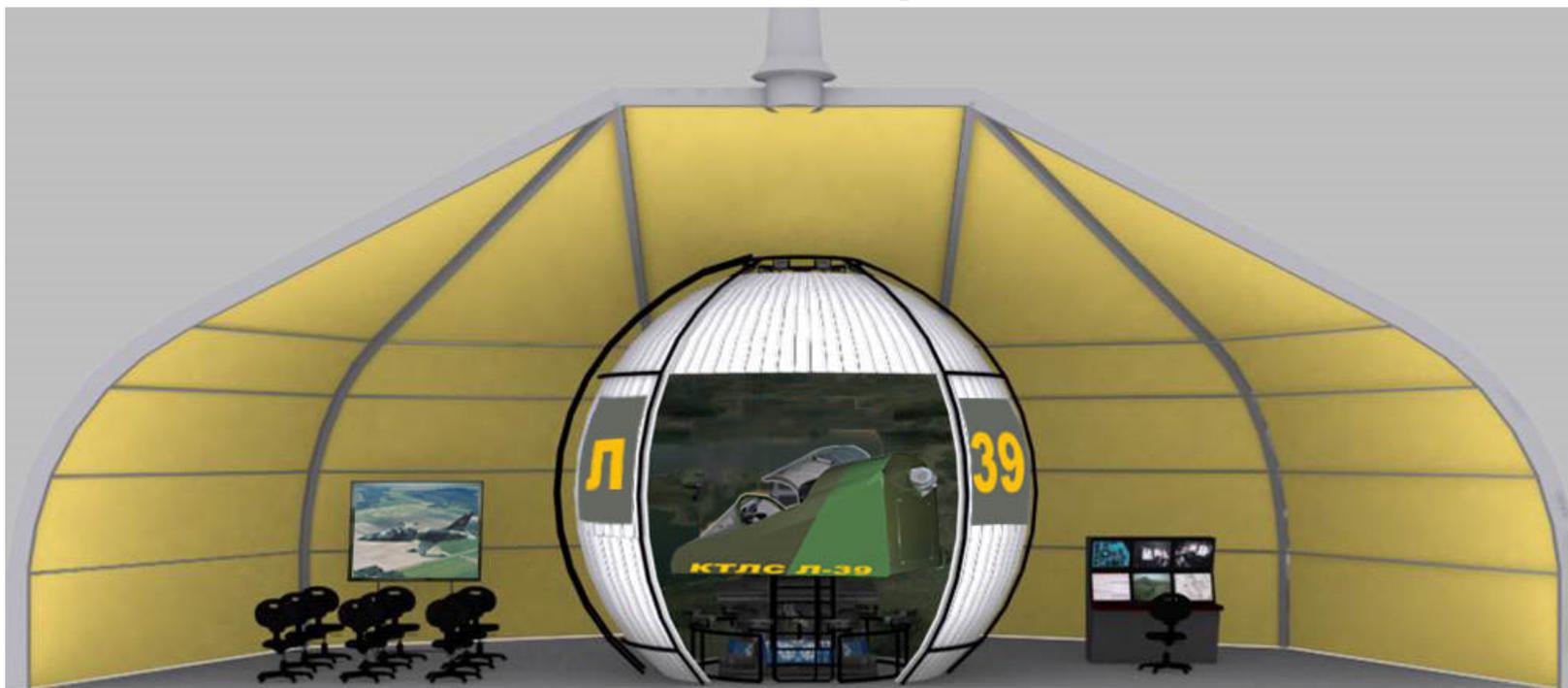
Состав тренажера

- ➡ имитаторы передней и задней кабин;
- ➡ система подвижности;
- ➡ система визуализации закабинного пространства;
- ➡ компьютерный пилотажный симулятор самолета;
- ➡ автоматизированное рабочее место руководителя занятий;
- ➡ программный комплекс тренажера;
- ➡ локальная вычислительная сеть;
- ➡ оборудование для инструктажа и разбора полетов на тренажере
- ➡ система электропитания;
- ➡ ЗИП (комплект);
- ➡ эксплуатационная документация.

Структура и взаимодействие элементов тренажера

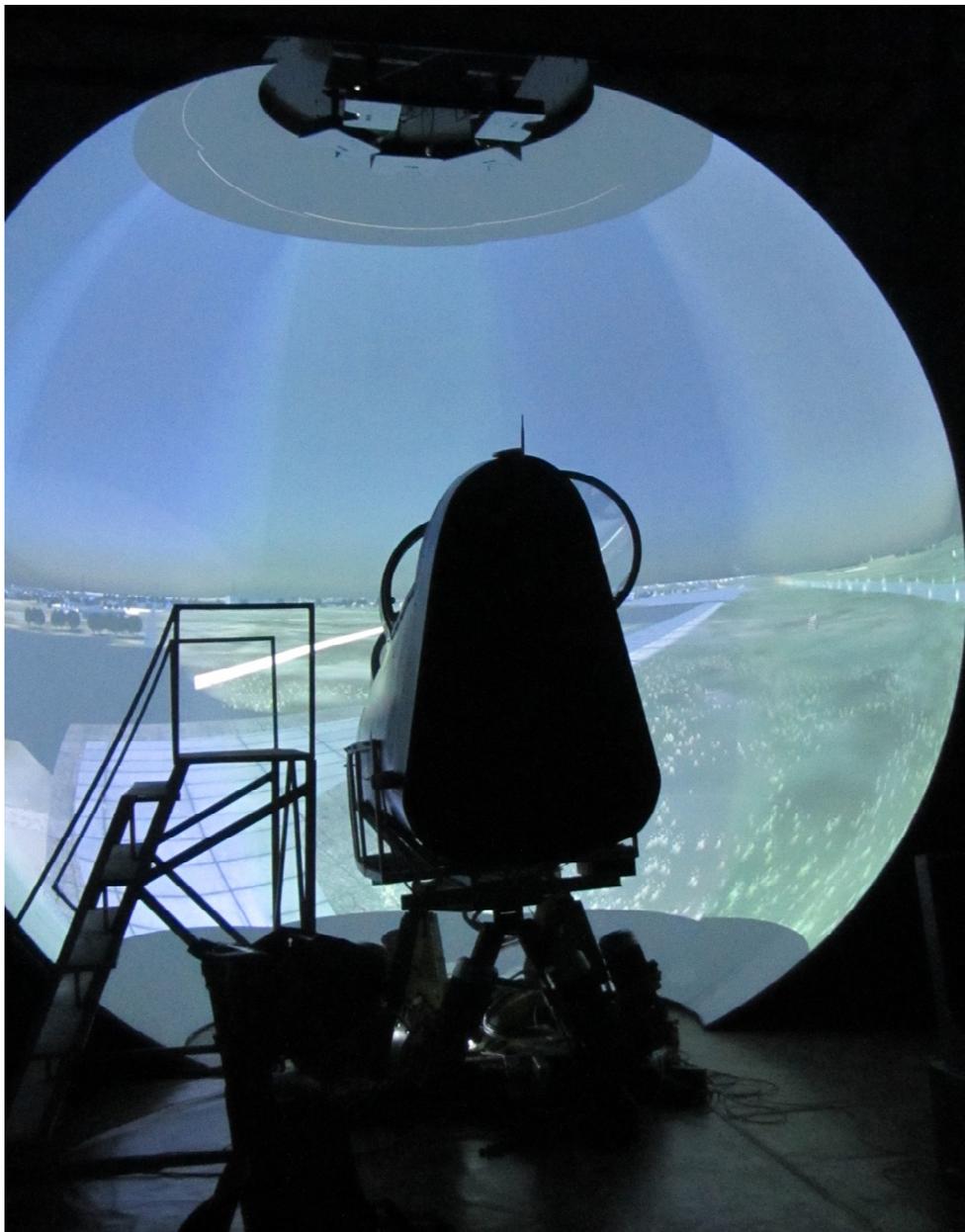


6 Вариант размещения тренажера в быстровозводимом здании ангарного типа



7

Вариант размещения тренажера в помещении



8 Имитаторы передней и задней кабин летчиков

Имитатор отсека кабин летчиков (передняя – для обучаемого летчика/курсанта, задняя – для летчика-инструктора) по внутренним геометрическим размерам, составу и размещению оборудования представляет собой точную копию соответствующего отсека (между шпангоутами 7 и 21а) передней части фюзеляжа самолета Л-39 в масштабе 1:1.



- Органы управления самолетом по внешнему виду и ходам полностью соответствуют органам управления реального самолёта
- Система имитации загрузки органов управления самолетом позволяет воспроизводить нелинейные усилия на ручке управления и на педалях в зависимости от аэродинамических сил, действующих на закрылки, рули направления и высоты на всех режимах полёта самолёта
- Имитаторы приборов обеспечивают отображение их текущего состояния, определяемого математическими моделями функционирования соответствующих бортовых систем и двигателя в зависимости от положения органов управления и режима полета.

9 Оборудование имитаторов кабин обеспечивает обучаемого летчика/курсанта и летчика инструктора:

- визуальной информацией о пространственном положении самолета относительно линии горизонта и радиомаяков;
- визуальной и информацией о внутрикабинном пространстве, включая показания приборов и сигнализации, положении органов управления и их изменениях в процессе работы;
- акустической информацией об аэродинамических шумах, шумах силовой установки, агрегатов и приборов, звуковых эффектов применения бортового авиационного вооружения, а также о шумах при движении самолета по земле.

Имитатор передней
кабины

Имитатор задней
кабины

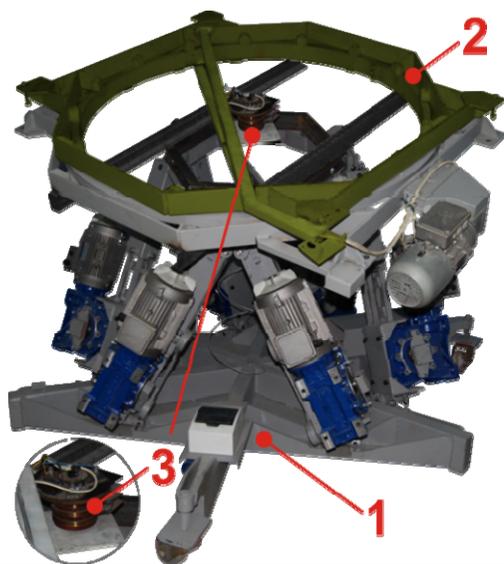


Система подвижности

Система подвижности предназначена для имитации акселерационных эффектов, воздействующих на летчиков реального самолета во время совершения взлета и посадки, а также в различных условиях полета.

Тип исполнительных механизмов – электромеханический.

Тип системы управления – частотное по скорости и положению.



Состав системы подвижности

1	Шестистепенная электромеханическая динамическая платформа
2	Вращающееся контактное устройство для передачи электропитания
3	Трехступенная вибрационная платформа
4	Проблесковый сигнал работающей системы подвижности

Основные динамические характеристики системы подвижности

№ п/п	Наименование характеристики	Линейные перемещения и углы наклона, вращения, не менее	Линейные и угловые скорости перемещения, не менее	Линейные и угловые ускорения, не менее
1	Сдвиг вдоль продольной оси	$\pm 0,45$ м	$\pm 0,70$ м/с	$\pm 6,0$ м/с ²
2	Сдвиг вдоль поперечной оси	$\pm 0,45$ м	$\pm 0,70$ м/с	$\pm 6,0$ м/с ²
3	Вертикальное перемещение	$\pm 0,35$ м	$\pm 0,50$ м/с	$\pm 9,0$ м/с ²
4	Крен	$\pm 23,0^\circ$	$\pm 30,0^\circ/\text{с}$	$\pm 220^\circ/\text{с}^2$
5	Тангаж	$\pm 22,0^\circ$	$\pm 30,0^\circ/\text{с}$	$\pm 220^\circ/\text{с}^2$
6	Рыскание	$\pm 24,0^\circ$	$\pm 30,0^\circ/\text{с}$	$\pm 220^\circ/\text{с}^2$
7	Вращение вокруг вертикальной оси	$\pm 25,0^\circ$	$\pm 70,0^\circ/\text{с}$	$\pm 220^\circ/\text{с}^2$
8	Диапазон частоты вибрации, Гц	0-50		
9	Амплитуда вибрации, мм	до 0,2		

11 Система визуализации закабинного пространства

В тренажере используется стационарная проекционная система визуализации закабинного пространства, которая обеспечивает возможность пилотирования и навигации при проведении тренировок в соответствии с Правилами визуальных полетов, а также ведения визуального наблюдения и разведки целей, имитационной стрельбы с учетом метеоусловий, дальности и типа наземных и воздушных целей, дымов, пожаров и т.п.



Состав

1	Самонесущий сферический экран (стеклопластиковый, стационарный), шт	1
2	Широкоугольные проекторы на поворотных кронштейнах, шт	10
3	Металлические монтажные фермы с подвижной лестницей для крепления, обслуживания и настройки проекторов, комплект	1

Характеристики

Разрешающая способность , пикселей на канал	не менее 1024 x 768
Частота смены кадров, кадр/сек	Не менее 30
Сектор проецирования (горизонт. х верт.), град	Не менее 225 x 70

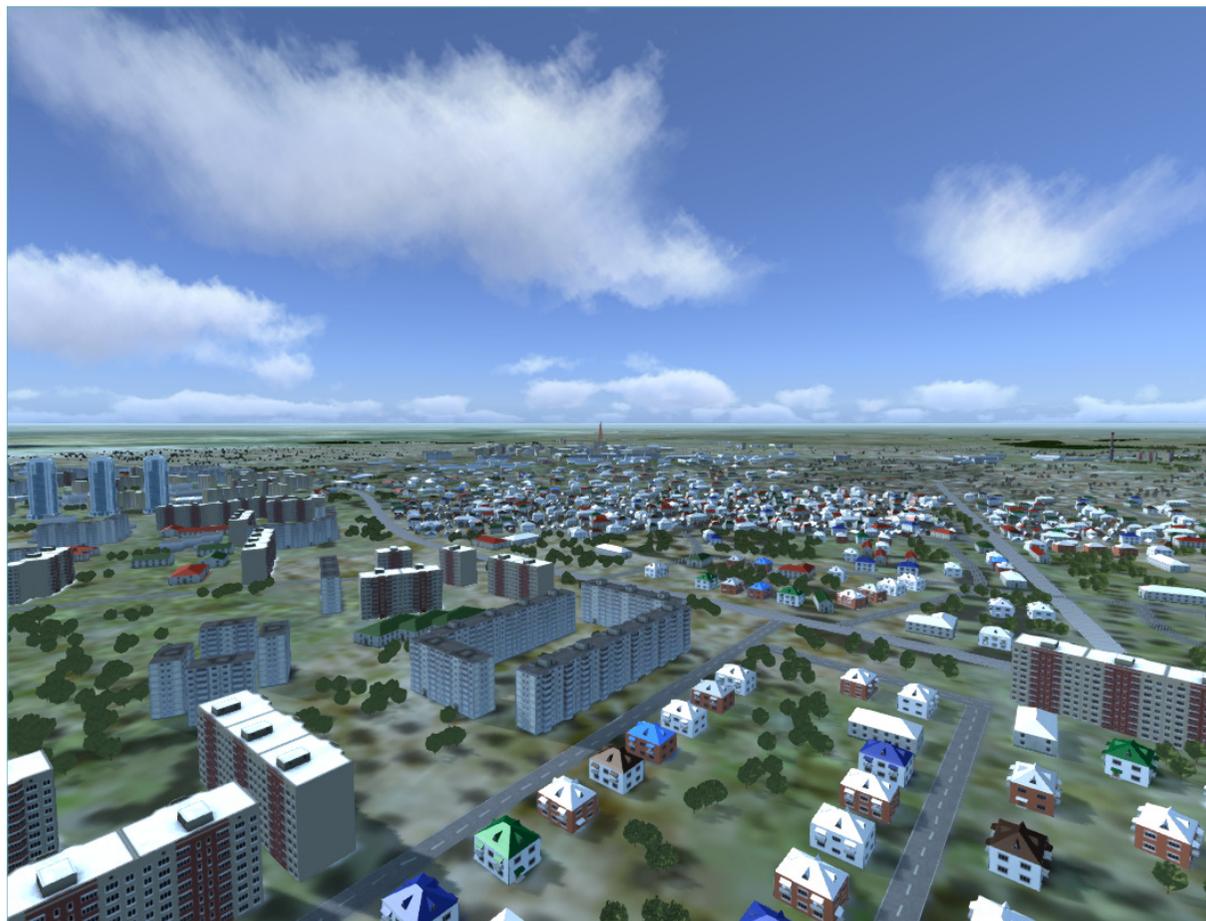
Особенности построения проекционной системы визуализации

- Лазерно-светодиодные проекторы обладают высокой светопередачей и контрастностью, не критичны к незначительным колебаниям конструкции, не требуют индивидуального охлаждения, гарантийный срок службы источника света превышает срок службы традиционных ламп в наиболее совершенных проекторах.
- Метод программной юстировки (калибровки) проекторов и совмещения («сшивки») изображений от разных проекторов обеспечивает качество изображения

Качество визуализации закабинного пространства

Высокое качество визуализации достигается:

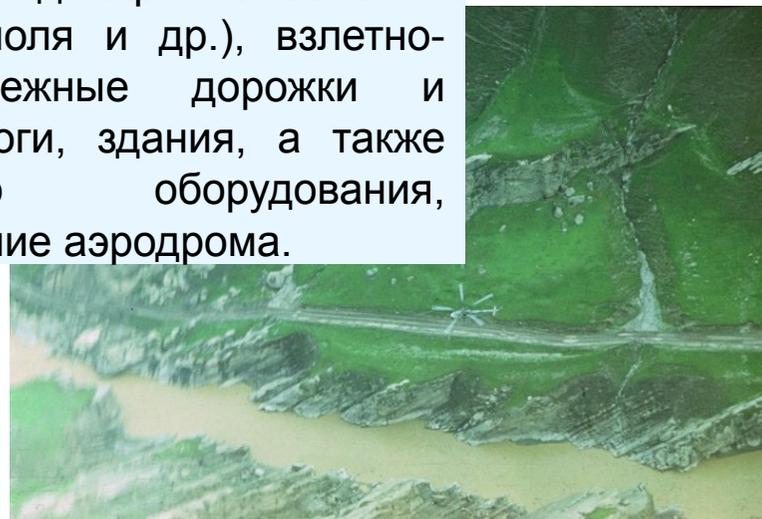
- применением высококачественной многоканальной проекционной системы и отображения высокого разрешения (не менее 1024x768 на каждый канал, частота смены кадров - не менее 60 кадров в секунду) на сферическом экране диаметром 6 м;
- обеспечением непрерывного («бесшовного») изображения с углами обзора 225° по горизонтали и 70° по вертикали;
- обеспечением обзора пространства в районе аэродрома с возможностью наблюдения ВВП, рулежных дорожек, светотехнического оборудования, зданий, ландшафта местности; высокой степенью детализации и прорисовки воздушного пространства, летательных аппаратов и наземных целей, ландшафта местности, растительности, строений и объектов инфраструктуры;
- соответствием цветовой гаммы текстур местности и объектов реальным цветам и контрастности;
- соответствием угловых размеров, формы, местных предметов, растительности, наземных и воздушных целей реальным объектам;
- обеспечением изменения условий видимости и освещенности с учетом географической широты, времени суток и метеословий;
- обеспечением возможности локального изменения видимости за счет атмосферных явлений (дыма, тумана, облачности и пр.);
- выбором типа авиационных средств поражения с индикацией на рабочем месте руководителя занятий;
- имитацией точек попадания (подрыва) применяемых обучаемым летчиком авиационных средств поражения

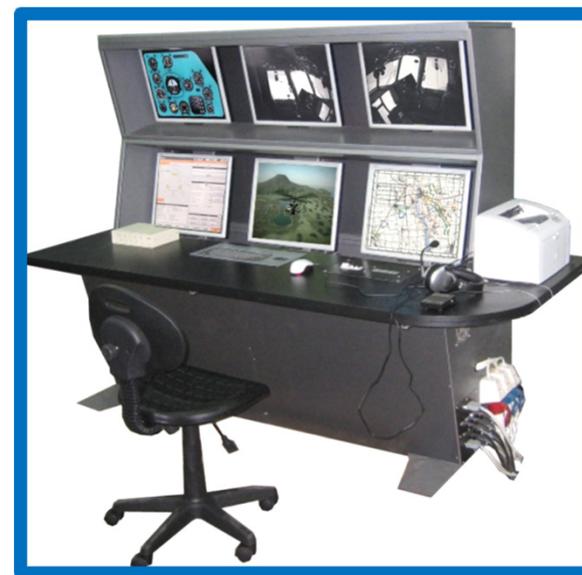
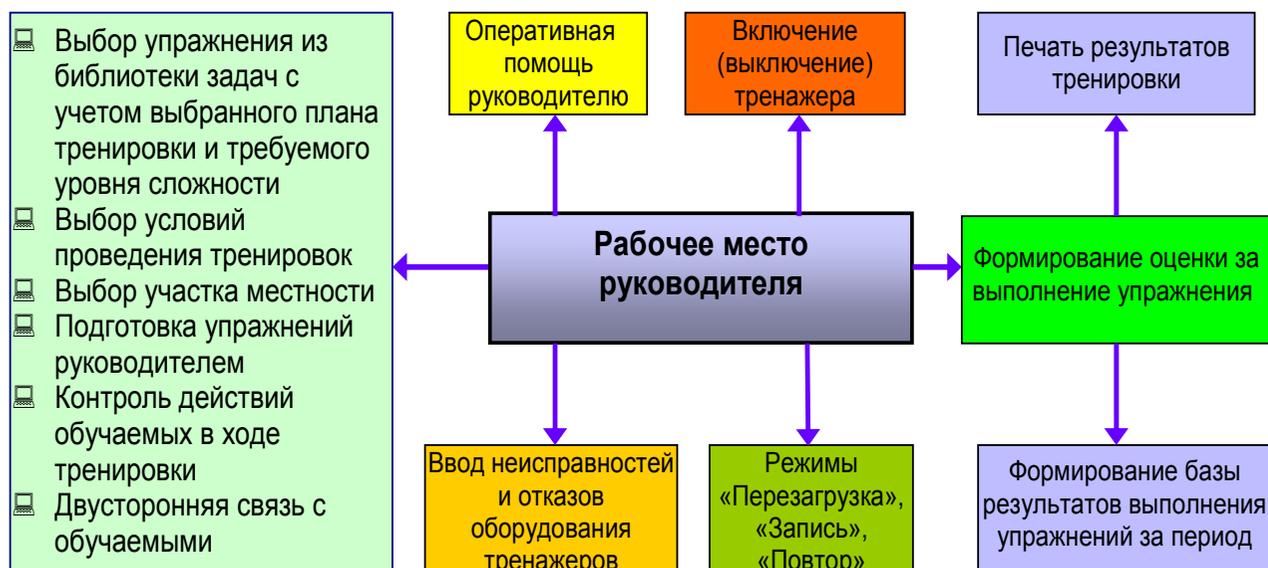


Адекватность наземной и воздушной обстановки обеспечивается:



- созданием трехмерных моделей геотипичных и геопривязанных участков земной поверхности размером 400×400 км;
- максимальной детализацией отдельных районов в радиусе до 5 км (районы аэродромов и районов расположения наземных или надводных целей), включающие текстурированную земную поверхность, различные ландшафтные объекты (реки, озера, горы, леса, поля и др.), взлетно-посадочные полосы, рулежные дорожки и посадочные площадки, дороги, здания, а также объекты аэродромного оборудования, светотехническое оборудование аэродрома.



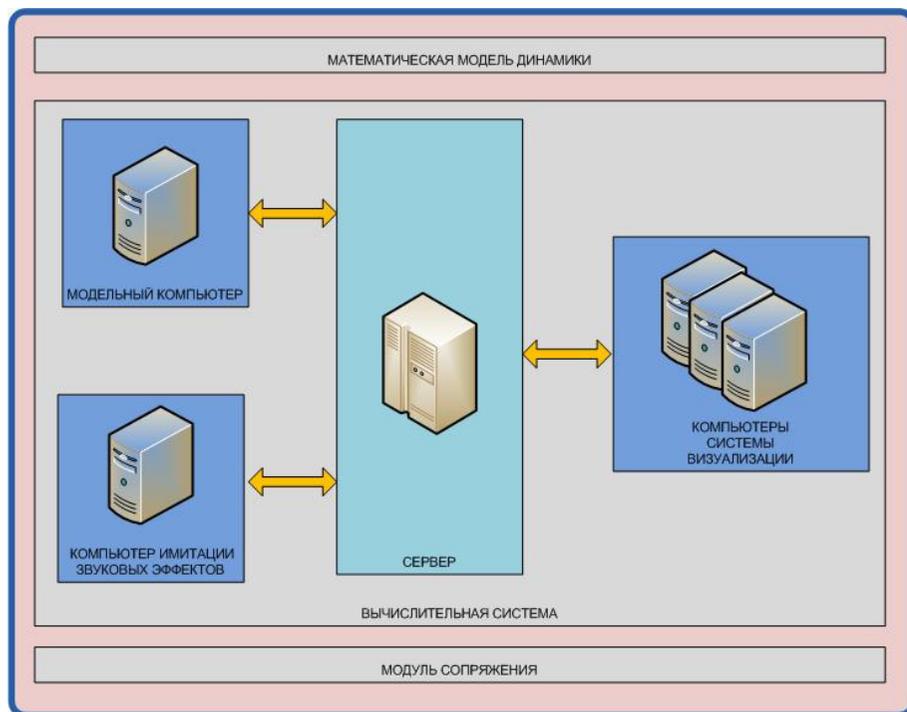


- выбор из имеющейся в тренажере геоинформационной базы района выполнения предстоящего полетного задания;
- задание исходного положения и состояния виртуальных подразделений сторон, а также сценария их действий (боевые задачи) в ходе выполнения тренировки;
- ввод полетного задания, боевой задачи; задание метеорологических условий выполнения полетного задания;
- осуществление функций руководителя полета;
- оперативное изменение текущего сценария тренировки
- подыгрыш действий виртуальных мотострелковых, танковых, ракетных, артиллерийских, противотанковых, зенитных и авиационных подразделений сторон
- Контроль и отображение текущего положения самолета, а также общей тактической наземной и воздушной обстановки в виртуальном боевом пространстве;
- ведение с обучаемым летчиком самолета двухстороннего речевого обмена;
- документирование результатов выполнения полетных заданий летчиком;
- демонстрацию действий летчика на всех этапах полета путем воспроизведения записанных на тренажере профилей выполнения полетных заданий.
- хранение результатов тренировок всех обучаемых и проведение их анализа;
- распечатку результатов тренировки.

1	Стол унифицированный	1
2	Клавиатура	1
3	Оптический манипулятор	1
4	22,5" монитор	6
5	Блок бесперебойного питания	1
6	Микротелефонная гарнитура	1
7	Лазерный принтер	1
8	Системный блок (процессор не ниже Pentium IV 2,6 GHz) с общим и специальным ПО	6
9	Серверы с общим и специальным ПО	2

Программный комплекс тренажера

Структура программного комплекса

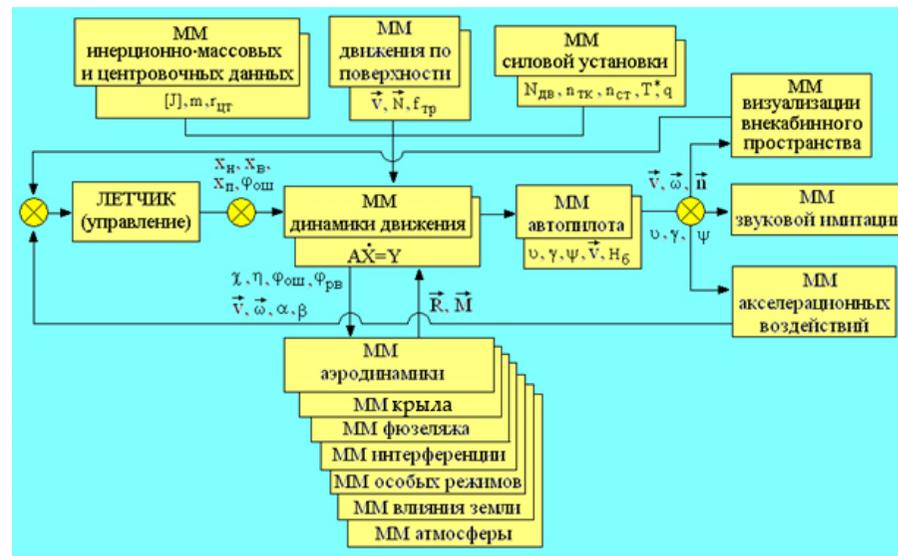


Моделирование динамики движения самолета (по земле и в воздухе) осуществляется в реальном масштабе времени, как в эксплуатационном диапазоне высот и скоростей полета, так и на особых режимах полета. Рассчитывается аэродинамика самолета вблизи земли с учетом особенностей рельефа конкретного участка земной поверхности. Моделируется внешняя подвеска (на пилонах) из условия реакции самолета на способ отделения груза и реакция на изменение веса самолета (плавное - при выработке топлива, ступенчатое - при применении боеприпасов).

Задаются и корректно учитываются внешние ветровые возмущения и состояние атмосферы в соответствии с принятым стандартом.

Осуществляется имитационное моделирование функционирования основных систем самолета с возможностью управления техническими отказами отдельных агрегатов, приборов и систем.

Структура математической модели динамики полета самолета



Математическая модель динамики полета обеспечивает:

- адекватное моделирование поведения самолета в реальном масштабе времени как в штатных режимах, так и на особых режимах полета (отказ двигателя, помпаж двигателя, невыпуск шасси, отказ основного генератора и т.д.).
- моделирование внешней подвески (на пилонах) из условия реакции самолета на способ сброса (отстрела) груза и реакции на изменение веса самолета (плавное - при выработке топлива, ступенчатое - при применении авиационных боеприпасов).
- корректный учет внешних ветровых возмущений и состояния атмосферы в соответствии с принятым стандартом.
- имитационное моделирование функционирования основных систем самолета с возможностью управления техническими отказами отдельных агрегатов, приборов и систем.

Возможности по интегрированию тренажера:

- интегрирование тренажера самолета в единое виртуальное пространство с другими комплексными тренажерами мотострелковых, танковых, ракетных, артиллерийских, противотанковых, зенитных и авиационных подразделений
- одновременное функционирование тренажера в единой имитированной тактической обстановке в реальном масштабе времени с другими комплексными тренажерами в соответствии с их боевыми возможностями и местом расположения в боевых порядках мотострелковых, танковых, ракетных, артиллерийских, противотанковых, зенитных и авиационных подразделений ;
- отображение расположения виртуальных боевых средств на карте местности, их текущей боеспособности
- применение авиационных средств поражения по воздушным и наземным боевым средствам с имитацией визуальных эффектов их применения и оценкой возможного нанесения ущерба
- адекватную реакцию технического состояния и параметров полета самолета на применение огневых средств мотострелковых, танковых, ракетных, артиллерийских, противотанковых, зенитных и авиационных подразделений



Тренажер обеспечивает требуемую адекватность за счет достижения при его производстве высокой конструктивной и функциональной адекватности как отдельных его элементов, так и всего изделия в целом

Конструктивная адекватность достигается за счет:

- полного соответствия геометрических размеров имитатора передней кабины самолета и пространственного размещения имитаторов приборов? Органов управления, узлов и оборудования;
- максимального подобия передних панелей имитаторов приборов и оборудования реальным;
- соответствия подсветки оборудования, шкал приборов, транспарантов и шильдиков имитируемому самолету.

Функциональная адекватность достигается за счет:

- соответствия алгоритмов функционирования моделей бортовых систем, имитаторов приборов и узлов и реакции органов управления и индикации на управляющие действия летчика;
- имитации полного перечня процедур управления, необходимых при выполнении летчиком всех основных функций при подготовке самолета к полету и в ходе совершения полета;
- обеспечения соответствия реальным диапазонам перемещения, усилий и реакции рычагов, педалей, переключателей в кабине самолета;
- расчета и визуализации траектории полета самолета и других летательных аппаратов в соответствии с детальной моделью полета самолета Л-39 и летно-техническими характеристиками других летательных аппаратов, а также метеоусловий;
- расчета и визуализации траекторий полета авиационных средств поражения в соответствии с их характеристиками, зенитных и других боеприпасов, а также в соответствии с принципами функционирования контуров наведения авиационных и зенитных управляемых ракет ;
- высокореалистичной имитации звуковых эффектов работы узлов и агрегатов самолета, а также атмосферных явлений и звуков боя.

Надежность тренажера

Программа обеспечения надежности тренажера базируется на:

- разработке программных решений, исключающих конфликты специального программного обеспечения с общим, а также с аппаратными средствами
- применении в производстве проверенных опытом эксплуатации надежных комплектующих, входной контроль
- многократной проверке разработанных конструкторских решений
- применении конструкторских решений, обеспечивающих длительную работу механических узлов
- пооперационном и поэтапном контроле качества механической и электрической сборки тренажеров
- применении в конструкциях узлов тренажера бесконтактных датчиков углов поворота и перемещения (на базе магниточувствительных микросхем)
- применении средств защиты печатных плат электронных устройств и контактов разъемов от воздействия внешней среды
- использовании компьютеров в промышленном (защищенном) исполнении
- применении источников бесперебойного питания для компьютеров
- обеспечении необходимых тепловых режимов работы аппаратуры тренажеров
- обеспечении запасов по мощности источников питания

Гарантия и срок службы

- ▶ Гарантийный срок эксплуатации тренажера составляет 3 года при соблюдении правил эксплуатации и проведении технического обслуживания согласно эксплуатационной документации.
- ▶ Срок службы тренажера составляет не менее 8 лет при соблюдении правил эксплуатации и проведении технического обслуживания и ремонта согласно эксплуатационной документации.

® Тренажер обеспечивает непрерывную работу в течение 12 часов в сутки

® Нарботка тренажера на отказ составляет не менее 500 часов

Эксплуатационные характеристики тренажера

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1	Тип помещения	---	Помещение на первых этажах капитальных зданий либо специальное легкосборное строений типа «Sprung»
2	Минимальная площадь помещения	м ²	100
3	Минимальная высота помещения	м	6
4	Готовность к занятиям после включения	мин	Не более 15
5	Продолжительность непрерывной работы	час	Не менее 12
6	Электропитание: напряжение	В	220±10%
	частота	Гц	50±1
7	Максимальная потребляемая мощность	кВт	35
8	Средняя потребляемая мощность	кВт	11
9	Повышенная рабочая и предельная температура	°С	до +35
	Пониженная рабочая температура		до +5
10	Относительная влажность при температуре +25°С	%	до 80
11	Система диагностики	---	Встроенная полуавтоматическая
12	Управление включением и выключением	---	С рабочего места руководителя
13	ЗИП	---	Индивидуальный
14	Техобслуживание	---	Контрольный осмотр, ежедневное ТО, ТО-1 (один раз в 6 месяцев), ТО-2 (один раз в год)
15	Эксплуатационные жидкости	---	Минеральное масло в мотор-редукторах динамической платформы
16	Электробезопасность обучаемых и обслуживающего персонала	---	Исключение опасного напряжения в имитаторе кабины летчика (используется напряжение постоянного тока +24 В). Защита от короткого замыкания
17	Учет наработки тренажера		Программный счетчик моточасов
18	Масса тренажера в сборе	кг	3680
19	Эксплуатационная документация	---	Формуляр, руководство по эксплуатации, руководство по монтажу и настройке на месте использования тренажера по назначению, ведомость ЗИП

Учебно- методические возможности тренажера

Тренажер обеспечивает поддержку программ подготовки летчиков:

- первоначальное обучение;
- переучивание с другого типа воздушного судна;
- проведение периодической тренировки и повышение квалификации пилотов;
- проведение ежегодных проверок;
- тестирование уровня подготовки новых пилотов;
- восстановление квалификации после перерыва в летной работе;
- обучение инженерно-технического персонала;
- понижение минимума пилотов.

Подготовка на тренажере позволяет:

- повысить эффективность процесса обучения летного состава;
- обеспечить поддержание летных навыков в условиях ограниченного налета;
- сократить расход материалов и ресурса авиационной техники на учебные и тренировочные полеты;
- повысить безопасность полетов за счет повышения готовности летчиков к нештатным ситуациям;
- усилить контроль за дисциплиной полетов
- реализовать широкие возможности в исследовании новых прогрессивных методов и приемов летного обучения

Тренажер является универсальным учебно-методическим средством наземной подготовки летного состава и обеспечивает:

- ознакомление с органами управления самолета и его систем;
- отработку навыков по оценке обстановки и принятие решения при пилотировании;
- отработку навыков действий в особых (аварийных, нештатных) случаях в полёте;
- отработку навыков действий органами управления по отдельным элементам упражнений (полётных заданий);
- автоматизированную постановку задач на тренировку;
- самостоятельную подготовку к полётам;
- проведение группового контроля готовности к выполнению полётного задания;
- проведение всестороннего анализа допущенных ошибок в технике пилотирования и эксплуатации систем самолета .

21 Тренажер позволяет отрабатывать задачи:

- изучение информационно-управляющего поля передней кабины, логики взаимодействия с бортовыми системами в соответствии с РЛЭ самолета;
- проверка бортового оборудования перед полетом;
- подготовка к запуску, запуск и опробование двигателя;
- подготовка к выруливанию и руление в дневных и ночных условиях;
- взлет и набор высоты в дневных и ночных условиях, полет по кругу;
- выполнение фигур простого, сложного и элементов высшего пилотажа;
- пилотирование самолета визуальное и по приборам во всем диапазоне высот, скоростей, углов крена и тангажа, в том числе в критических режимах полёта (сваливание, штопор нормальный и перевернутый, штопор плоский);
- пилотирование самолета по дублирующим приборам;
- полет по маршруту, в том числе с использованием аппаратуры «Искра-К» для решения задач самолетовождения;
- отработка действий при отказах систем самолета, неисправностях и в особых случаях, предусмотренных РЛЭ;
- выполнение передпосадочного маневра и захода на посадку, посадка днем и ночью, в сложных метеословиях, с прямой и с разворотами.

Дополнительные задачи, отрабатываемые в варианте боевой комплектации тренажера :

- выполнение полетов на боевое применение (полеты на пуск управляемых ракет с самонаведением по воздушным целям, на стрельбу неуправляемыми ракетами по наземным целям, на бомбометание, на фотострельбу по воздушным целям);
- прицеливание и применение неуправляемого ракетного и артиллерийского вооружения самолета по наземным (надводным) и воздушным целям;
- прицеливание и применение бомбардировочного вооружения;
- комплексное применение неуправляемого ракетного и артиллерийского вооружения и бомбометание;
- отработка действий в особых случаях при экстренном сбросе вооружения и боеприпасов со всех подвесок в полете;
- отработка приемов выполнения атак целей с горизонтального полета, с пикирования и с кабрирования с применением различного авиационного вооружения;
- преодоления противовоздушной обороны (ПВО) противника.

Достоинства использования тренажера в процессе летной и боевой подготовки

ВОЗМОЖНОСТИ

Привитие и совершенствование навыков летчика в объеме функциональных обязанностей в соответствии с Руководством по летной эксплуатации самолета Л-39, а также обеспечения боевой подготовки в объеме КБП

БЕЗОПАСНОСТЬ

моделирование аварийных (внештатных) ситуаций, которые невозможно либо крайне опасно создавать в реальном полёте

ОБЪЕКТИВНОСТЬ ОЦЕНКИ

тренажер позволяет производить детализированный анализ выполнения полетного задания в целом, так и отдельных процедур тренировки

НАДЕЖНОСТЬ

тренажёр можно эксплуатировать независимо от метеоусловий до 12 часов в сутки

РЕАЛИСТИЧНОСТЬ

- Высокая степень детализация подстилающей поверхности и атмосферы куполообразной системой визуализации закабинного пространства
- Полная адекватность комплектации, размещения и применения органов управления и кабинного оборудования
- Моделирование динамики самолета в условиях штатных и особых (аварийных) ситуаций;
- Моделирование акселерационных эффектов поведения самолета на земле и в воздухе
- Реализация вибрационных эффектов, вызванных работой различных агрегатов самолета
- Высококачественная имитация акустических эффектов работы систем самолета, воздействия внешней среды, применения бортового вооружения

ЭКОНОМИЧНОСТЬ эксплуатация тренажёра требует значительно меньше затрат, чем эксплуатация реального самолета.