

DOI 10.53364/24138614\_2022\_25\_2\_27  
УДК 004.94

**Закирова Л.З.**

Академия гражданской авиации, г. Алматы, РК.

*E-mail: [zakirova\\_lz@bk.ru](mailto:zakirova_lz@bk.ru)*

## ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

### АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖОБАЛАУ ЖҮЙЕСІНДЕ ҰШАҚ БӨЛШЕКТЕРІНІҢ ҮШ ӨЛШЕМДІ МОДЕЛІН ЖАСАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

### TECHNOLOGY FOR CREATING A THREE-DIMENSIONAL MODEL OF AIRCRAFT PARTS IN A COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEM

**Андатпа.** Мақалада AutoCAD 2022 автоматтандырылған жүйесін қолдану арқылы 3D модельдеуде ұшақ бөлшектерін құруды жобалаудың мүмкіндіктері мен тиімділігі қарастырылады. Әуе кемесінің сыртқы және ішкі схемасын құрастыруға, әуе кемесінің негізгі құрамдас бөліктерінің алдын ала құрылымдық-қуаттық схемасын анықтауға және оны автоматты режимде орналасу шешімдерімен үйлестіру мүмкіндіктері ұсынылған. Қорытындылай келе, мақалада осы бағдарламалық жасақтаманы пайдалану туралы қорытындылар талқыланады. Бұл инженерлер еңбегінің тиімділігін арттыру, жоғары сапалы жобалық құжаттаманы жасау, әзірлеу.

**Түйін сөздер:** ұшақ, дизайн, АЖЖ, ұшақтың параметрлік 3D моделі, жобаның бастапқы матрицасы, макет.

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможности и эффективности проектирования создания деталей самолета в 3D-моделировании с использованием автоматизированной системы AutoCAD 2022. Можно спроектировать внешнюю и внутреннюю компоновку самолета, заранее определить конструктивно-силовую схему основных узлов самолета и согласовать ее с компоновочными решениями в автоматическом режиме.

В заключение статьи рассматриваются выводы об использовании данного программного обеспечения. Это повышение эффективности труда инженеров, создание качественной конструкторской документации, разработка.

**Ключевые слова:** самолёт, проектирование, САПР, параметрическая 3d модель самолёта, исходная матрица проекта, компоновка.

**Abstract.** The article discusses the possibilities and efficiency of designing the creation of aircraft parts in 3D modeling using the automated system AutoCAD 2022. It is possible to design the external and internal layout of the aircraft, to determine in advance the structural-load diagram of the main components of the aircraft and to automatically coordinate it with the layout solutions. In conclusion, the article discusses the conclusions about the use of this software. This is an increase in the efficiency of engineers' labor, the creation of high-quality design documentation, and development.

**Key words:** airplane, design, CAD, parametrical 3d model of an airplane, initial design matrix, layout.

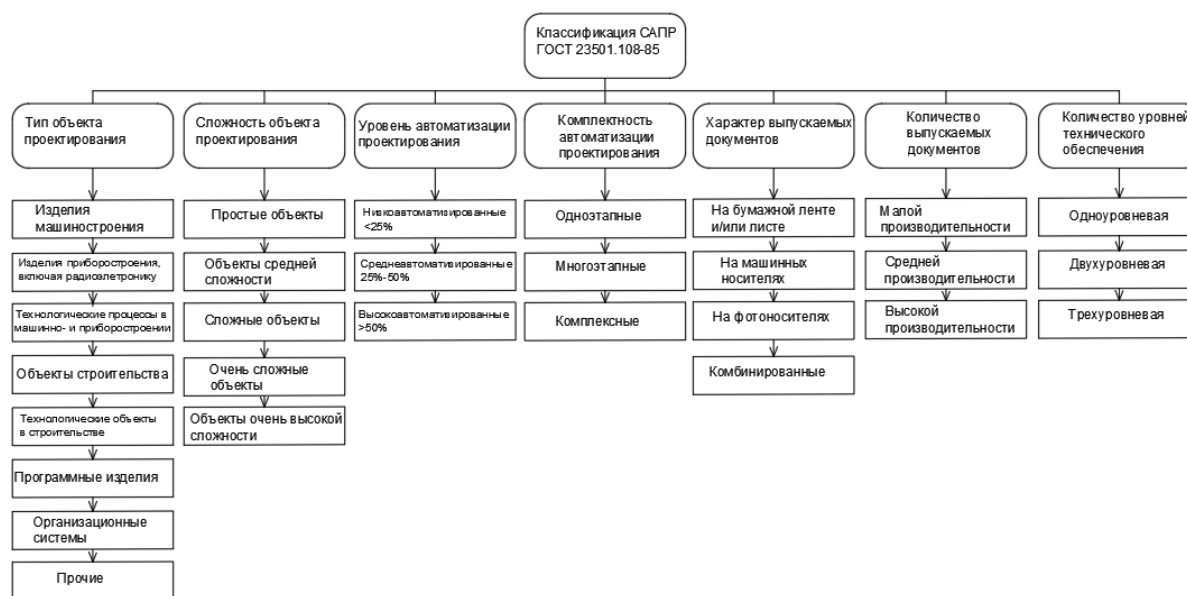
Развитие и широкое использование информационных технологий за последние несколько десятилетий существенно изменили традиционный процесс проектирования и

создания различных инженерных систем, сооружений, машин. Во многих проектных организациях давно отказались от некогда привычных инструментов проектирования - чертежной доски и логарифмической линейки. Теперь первые наброски новых проектов чаще появляются не на бумаге, как это было всегда, а на экране монитора. Этому способствует широкий спектр доступных систем САПР.

Внедрение современных компьютерных технологий на промышленных предприятиях позволяет им выживать и преуспевать на машиностроительном рынке, который сегодня находится в высоко конкурентной среде. Автоматизация подготовки производства позволяет предприятиям быстро реагировать на изменения спроса, выпускать новые виды продукции, быстро модернизировать выпускаемую продукцию, отслеживать жизненный цикл продукции, эффективно повышать качество выпускаемой продукции. В авиационных конструкторских бюро, например, уже давно применяются такие САПР (computer aided design) системы, как NX (Unigraphics), CATIA и др. Эти передовые системы геометрического трехмерного (3D) моделирования позволяют создавать сложные поверхности, проектировать любые детали, осуществлять сборку узлов, агрегатов и сложных изделий. Однако построение геометрических моделей изделий является завершающим этапом проектирования, за которым следует их реализация "в металле".

Автоматизация подготовки проекта к производству начинается с использования САПР-программ. При разработке и согласовании проектной документации проектировщики часто используют специальные инженерные расчеты. Программы САЕ используются для автоматизированного выполнения инженерных расчетов. Программы по УХОДУ получают и используют информацию, сгенерированную в программе САПР [1].

САПР Система автоматизации проектирования) - автоматизированная система, реализующая информационные технологии для выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации ее деятельности (Рисунок 1).



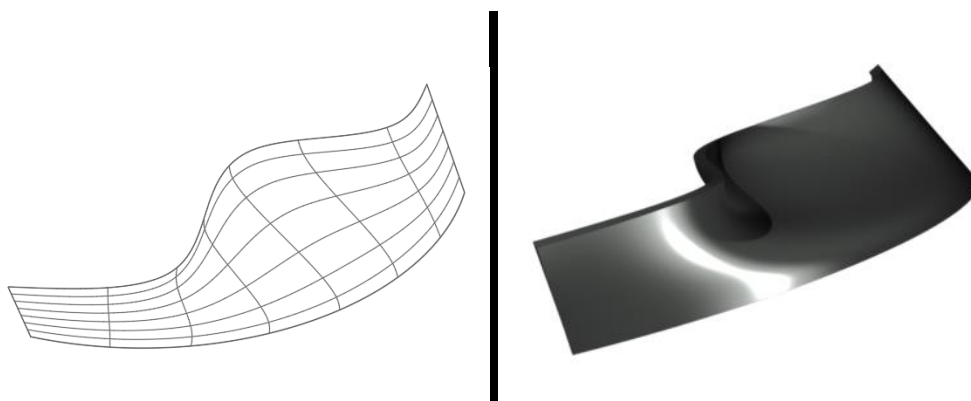
**Рисунок 1.** Классификация САПР

Сегодня существует множество различных графических программ, позволяющих создавать реалистичные модели архитектурных объектов, изображение которых в 2D-моделировании является условным. Моделирование таких объектов в курсе инженерной графики способствует их лучшему пониманию студентами, значительно повышает наглядность.

Не у каждого разработчика есть время и силы для создания трехмерного изображения самолета в графическом редакторе. Услуги визуализации в формате 3D предлагают специализированные фирмы, но зарплаты специалистов "съедают" значительную часть бюджета. Рациональный способ получить четкую и объемную картинку - бесплатно скачать 3d-модель самолета на специальном веб-ресурсе и довести заготовку до требуемых параметров в программе 3d AutoCAD. Обработка исходной модели требует значительно меньше времени и усилий, чем создание 3D-изображения с нуля [2].

Моделирование с помощью поверхностей - более сложный процесс, поскольку он описывает не только края трехмерного объекта, но и его грани.

AutoCAD строит поверхности на основе многоугольных сеток. Поскольку грани сетки плоские, криволинейные поверхности представлены их приближением. Моделирование поверхности – разделение объектов на составляющие их поверхности (плоские грани) и последующее моделирование объекта с использованием этих граней (рисунок 2). В среде AutoCAD имеются широкие возможности для моделирования поверхностей.



**Рисунок 2.** Поверхностное моделирование

Комплексное внедрение технологий виртуальной разработки и поддержки становится необходимым условием для выполнения ряда важных задач, таких как сложные научно-технические расчеты, обновление производства, снижение рисков и повышение надежности продукции [3].

ИТ-специалисты разрабатывают методологию для решения ряда проблем, которые требуют использования инструментов виртуальной разработки, среди которых:

- сборка и оптимизация виртуальной модели самолета с использованием параметрических моделей двигателя, механизации, шасси, рулевого управления, готовых функциональных блоков гидравлических, электрических и электронных компонентов конструкции;

- выполнение виртуальных испытаний воздушного судна, его узлов и агрегатов с использованием виртуальных моделей воздушного судна, взлетно-посадочной полосы, параметризованных моделей испытательных стендов и моделей режимов посадки, обработка и систематизация результатов виртуальных испытаний;

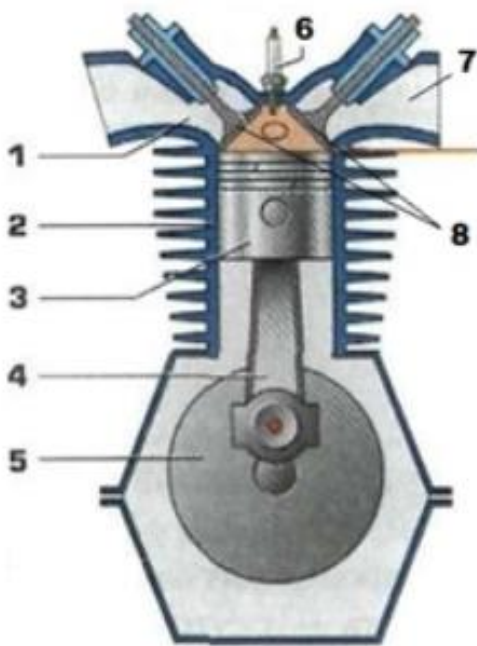
- анализ статической и динамической аэроупругости в дозвуковых и сверхзвуковых режимах полета, балансировка воздушного судна в потоке, определение аэродинамических нагрузок на планер, определение коэффициентов аэродинамического влияния, определение динамических нагрузок при ударе при посадке, разбеге и пробеге по неровному аэродрому, полет в возмущенной атмосфере и реакция на порыв, комплексная оптимизация конструкции с учетом ограничений на аэроупругость;

- расчет устойчивости и управляемости, маневренности самолета, проектирование погрузочно-разгрузочных устройств, механизмов складывания кабин и трапов фюзеляжа, замков и петель, моделирование процессов катапультирования и посадки [5];

- проектирование и оценка прочности авиационных газотурбинных двигателей для гражданских и военных самолетов.

История поршневых двигателей на несколько десятилетий длиннее, чем история самой авиации. Они вывели первый автомобиль, подняли в небо первый самолет и первый вертолет, пережили две мировые войны и до сих пор используются в 99,9 % автомобилей в мире. Однако в авиации сегодня поршневые двигатели почти полностью вытеснены газотурбинными двигателями и используются исключительно в небольших персональных или спортивных самолетах.

На рисунке 3 показано устройство цилиндра четырехтактного бензинового двигателя воздушного охлаждения: 1 - впускной патрубок (подача топливоздушная смесь в цилиндр), 2 - стенка цилиндра (в данном случае ребристая снаружи, для увеличения охлаждаемой площади, так как цилиндр охлаждается воздухом), 3 - поршень (возвратно-поступательное движение обеспечивает впуск смеси, сжатие, выработку энергии и дальнейшее удаление выхлопных газов), 4, 5 - шатун и коленчатый вал (преобразующий возвратно-поступательный импульс в крутящий момент), 6 - свеча зажигания (дает искру, которая воспламеняет смесь), 7 - выхлопная труба (выпуск выхлопных газов), 8 - впускной и выпускной клапаны ("открытый" цилиндр для впуска смеси (впуск) и выпуска выхлопных газов (выпуск), герметизируйте цилиндр во время сжатия и зажигания (рисунок 4, 5). Следует отметить, что показан только пример конструкции, но ее вариации могут быть значительными, например, цилиндры дизельных двигателей не имеют свечей зажигания, а если двигатель с жидкостным охлаждением, то нет "ребер", но есть каналы для прохождения охлаждающей жидкости и т.д.

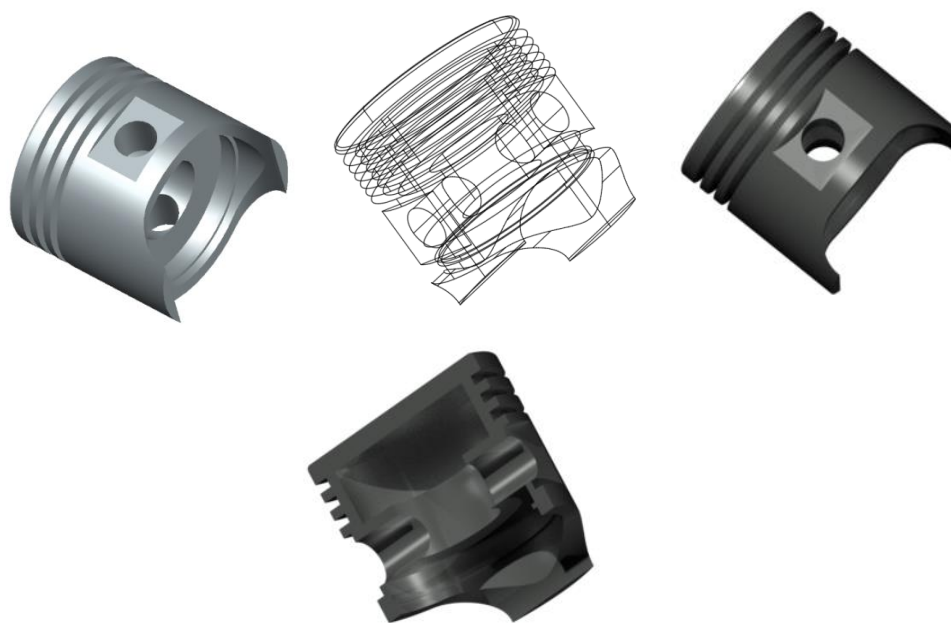


**Рисунок 3.** Устройство цилиндра четырехтактного бензинового двигателя воздушного охлаждения



**Рисунок 4.** Шатун поршня двигателя

И если в автомобилях воздушное охлаждение практически не используется, из-за его низкой эффективности на малых скоростях и полного его отсутствия при остановке, то в поршневой авиации двигатели с воздушным охлаждением применяются очень и очень широко, поскольку обладают рядом преимуществ перед двигателями с жидкостным охлаждением. А именно, меньший вес, соответственно более высокая плотность мощности и более простая, а следовательно, и более надежная конструкция. Кроме того, из-за большой силы тарана во время полета эффективность охлаждения обычно достаточна для нормальной работы двигателя.



**Рисунок 5.** Поршень

Термин САПР скрывает несколько классов программных систем, имеющих отношение к автоматизации труда инженеров, конструкторов и технологов [4]. Каждый из классов имеет устоявшуюся трехбуквенную английскую аббревиатуру:

- 2D-чертеж и 3D-геометрический дизайн (CAD);
- Инженерный анализ (CAE);
- Технологическая подготовка производства (CAPP);

- Автоматизация производства (CAM);
- Управление данными о продукте (PDM);
- Управление жизненным циклом продукта (PLM).

Ассоциативность данных - это автоматически поддерживаемая доступность информации, введенной в одной части программы для других частей.

Например, для детализации 3D-модели изделия дизайнер создает ассоциативные 2D-проекции на чертеже. При редактировании трехмерной модели детали или выборе желаемой конструкции все изменения автоматически отражаются на чертеже (рисунок 6).

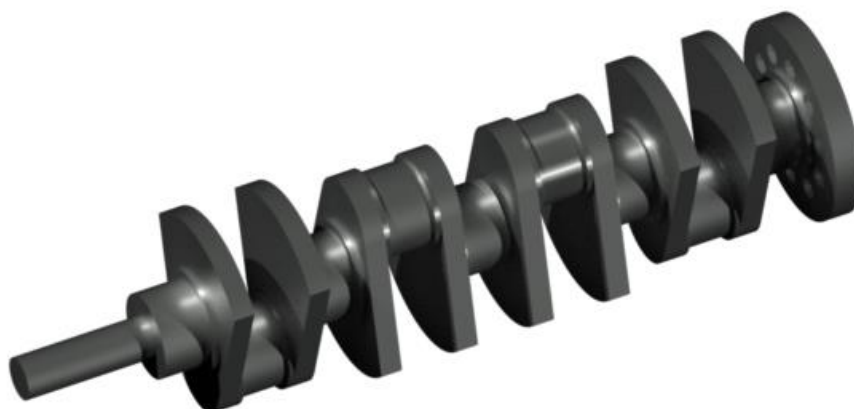


**Рисунок 6.** Моделирование воздушного винта

Поддержка STEP, DXF, IGES, STL, DWG, XT/XB, GRB. Если работа дизайнера с программой САПР заканчивается, то информация сохраняется в ее собственном формате. Например, в программе AutoCAD - это DWG, в САПР T-Flex это GRB. При работе с моделью в программе САПР вы можете подключить программу SAE и произвести инженерные расчеты для этой модели [4].

Информация из программы САПР может быть передана в программу PDM, а из нее - в любую программу интегрированной системы.

3D-моделирование позволило создавать разнообразные объекты, явления и события и обучать системы машинного обучения. Моделирование рельефа земной поверхности и использование информационных технологий могут помочь в решении чрезвычайных ситуаций[6]. Использование виртуального мира, созданного с помощью 3D-моделирования, для обучения беспилотных транспортных средств, позволит снизить количество дорожно-транспортных происшествий в реальном мире (рисунок 7).



**Рисунок 7.** Коленчатый вал

Дальнейшее развитие программного комплекса предполагает:

- более детальную проработку параметрической 3D-модели: формализацию процесса формирования конструктивных и силовых схем воздушного судна, модели распределения внутреннего пространства и компоновки воздушного судна;

- развитие знаний дизайнера, имитирующего реальную среду на этапе эскизного проектирования;

- подготовка модели для оптимизационных исследований.

Среди всех цифровых представлений объекта трехмерная модель наиболее точно соответствует физическому оригиналу объекта. Из 3D-модели объекта вы можете получить разнообразную информацию, используя машинное обучение и крупнейшие базы данных графики, видео и текста (Imagine, Shapenet). Используя технологию компьютерного зрения, робот-помощник сможет точно понять, какой объект он видит и как с ним взаимодействовать.

**Выводы.** В результате использования AutoCAD 2022 при создании трехмерной модели деталей самолета были проанализированы следующие выводы: программа успешно справляется с трехмерным моделированием. AutoCAD 2022 подходит для высококвалифицированных специалистов проектных институтов. Автоматизация проектирования занимает особое место среди информационных технологий. Базовые знания и умение работать с инструментами САПР требуются практически любому инженеру-проектировщику. Без систем или с небольшой степенью их использования предприятием передовые разработки оказываются неконкурентоспособными по многим причинам. Большие материальные и временные затраты на низкокачественные проекты. Разработка систем автоматизированного проектирования основана на прочной научно-технической базе. Системы позволяют на основе новейших достижений фундаментальных наук разрабатывать и совершенствовать методологию проектирования, стимулировать разработку сложных систем и объектов.

### Список использованной литературы

1. Автоматизированная система проектирования технологических процессов механосборочного производства / В.М. Зарубин, Н.М. Капустин, В.В. Павлов и др. – М.: Машиностроение, 1979. – 247 с.

2. Большаков В.П., Бочков А.Л., Лячек Ю.Т., Твердотельное моделирование деталей в САДсистемах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo. —СПб: Питер, 2015. – 480 с.

3. Муромцев Ю. Л., Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В. и др. Информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств: учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений. — М.: Издательский центр "Академия", 2010. — 384 с. — ISBN 978-5-7695-62563

4. Гончаров П.С., Ельцов М.Ю., Коршиков С.Б., Лаптев И.В., Осюк В.А. NX для конструктора машиностроителя.— Москва: ИД ДМК Пресс, 2009. — 376 с. — ISBN 978-5-94074-590-7 УДК 681.3.068.5015 ББК 34.42 К63

5. Боргест, Н. М. Автоматизация предварительного проектирования самолёта [Текст]: учеб.пособие/Н.М.Боргест.—Самара: Самар. авиац. ин-т,1992.- 92с.6. Кон Д. Полный справочник по AutoCAD / Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1088 с.

### References

1.Avtomatizirovannaia sistema proektirovania tehnologicheskikh prosessov mehanosborochno go proizvodstva / V.M. Zarubin, N.M. Kapustin, V.V. Pavlov i dr. – М.: Машиностроение, 1979. – 247 s.

2. Böļşakov V.P., Bochkov A.L., Läček İ.T., Tverdotelnoe modelirovanie detalei v SADsistemah: AutoCAD, KOMPAS-3D, SolidWorks, Inventor, Creo. —SPb.; Piter, 2015. – 480 s.



3. Muromsev İu. L., Muromsev D. İu., Türin İ. V. i dr. İnformasionnye tehnologii v proektirovanii radioelektronnyh sredstv: ucheb.posobie dlä stud. vyssh. uchebn. zavedeni. — M.: İzdatelski sentr "Akademia", 2010. — 384 s. — ISBN 978-5-7695-62563

4. Goncharov P.S., Elsov M.İu., Korşikov S.B., Laptev İ.V., Osiuk V.A. NX dlä konstruktora maşinostroitelä.— Moskva: İD DMK Press, 2009. — 376 s. — ISBN 978-5-94074-590-7 UDK 681.3.068.5015 BBK 34.42 K63

5. Borgest, N. M. Avtomatizasia predvaritel'nogo proektirovania samolöta [Tekst]: ucheb.posobie/N.M.Borgest.—Samara: Samar.avias.in-t,1992.- 92s.6. Kon D. Polnyi spravochnik po AutoCAD / Per. s angl. — M.: İzdatelski dom «Viläms», 2004. — 1088 s.

DOI 10.53364/24138614\_2022\_25\_2\_34

УДК 629.73.07

<sup>1</sup>Канафина Б.А.

Научный руководитель: <sup>2</sup>Литвинов Ю.Г., к.ф.-м.,н.

<sup>1,2</sup>АО «Академия гражданской авиации», г. Алматы, РК.

<sup>1</sup>E-mail: [balkhanum.kanafina@gmail.com](mailto:balkhanum.kanafina@gmail.com)

<sup>2</sup>E-mail: [Yuri-Litvinov@mail.ru](mailto:Yuri-Litvinov@mail.ru)

## БОРТОВЫЕ УСТРОЙСТВА РЕГИСТРАЦИИ КАК СРЕДСТВА ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ

### БОРТТЫҚ ТІРКЕУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫ ОБЪЕКТИВТІ БАҚЫЛАУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ

#### FLIGHT DATA RECORDER SYSTEM AS A MEANS OF OBJECTIVE CONTROL

**Аннотация.** Объективный анализ авиационных происшествий и причин, предотвращение происшествий, механический и технический контроль систем бортового оборудования и прогнозирование механического и технического состояния, оценка конкретных полетных заданий и обучение поведению экипажа, в решении этих задач важное место занимает система регистрации полетных данных.

**Ключевые слова:** бортовые устройства регистрации, средства объективного контроля, обработка информации.

**Аңдатпа.** Авиациялық оқиғалар мен себептерді объективті талдау, оқиғалардың алдын алу, борттық жабдық жүйелерін механикалық және техникалық бақылау және механикалық және техникалық жай-күйді болжау, нақты ұшу тапсырмаларын бағалау және экипаждың мінез-құлқын оқыту, осы міндеттерді шешуде ұшу деректерін тіркеу жүйесі маңызды орын алады.

**Түйін сөздер:** борттық тіркеу құрылғылары, объективті бақылау құралдары, ақпаратты өңдеу.

**Abstract:** Flight data recorder are used for an objective analysis of the causes and prevention of accidents and incidents, for the mechanical and technical control of on-board equipment systems and forecasting their mechanical and technical condition, as well as for assessing the actions of the flight crew in the performance of a specific flight task.

**Keywords:** flight data recorder system, means of objective control, data processing.