

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор передовой инженерной  
школы радиолокации,  
радионавигации и программной  
инженерии**

**М.А. Кудров**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

<b>по дисциплине:</b>	Проектирование БВС
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Беспилотные авиационные системы Физтех-школа авиационных и цифровых технологий кафедра технологий проектирования сложных технических систем
<b>курс:</b>	4
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: Е.А. Ильина

Программа обсуждена на заседании кафедры технологий проектирования сложных технических систем  
15.03.2024

## Аннотация

Дисциплина "Проектирование БВС" предназначена для студентов, которые планируют работать в авиационной отрасли. Курс охватывает основные понятия и этапы проектирования БВС, теоретические и методологические основы проектирования. Рассматриваются различные схемы БВС и критерии выбора каждой из них. Даются понятия компоновки и центровки БВС, методы их определения и расчета.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- формирование у студентов комплексных знаний об основах проектирования БВС: общая структура БВС, этапы проектирования, базовые знания в части разработки конструктивно-силовой схемы (КСС) БВС, компоновки и центровки БВС.

#### Задачи дисциплины

- ознакомление с общей структурой БВС, основными этапами проектирования БВС;
- ознакомление с базовыми нормативными документами, необходимыми для проектирования БВС;
- ознакомление с основными типами схем БВС, преимуществами и недостатками каждой из них. Области применения той или иной схемы;
- изучение правил и принципов компоновки БВС, в том числе расчет центровок, требования к размещению различных агрегатов БВС;
- ознакомление с принципами построения и структурой систем автоматизированного проектирования БВС.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны знать:

- основы проектирования БВС в целом и его систем.

уметь:

- анализировать и выбирать схему БВС в соответствии с поставленной задачей;
- оптимизировать проектные параметры БВС;
- выполнять компоновочные и центровочные расчеты.

владеть:

- средствами автоматизированного проектирования, необходимых для разработки составных частей БВС.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в специальность: общая структура БВС.	2	2		2
2	Задача проектирования и его этапы.	3	3		3
3	Характеристика БВС как объекта проектирования.	3	3		3
4	Теоретические и методологические основы проектирования БВС.	3	3		3
5	Критерии и методы оценки проектных и конструкторских решений.	3	3		3
6	Исходные данные для проектирования. Выбор основных параметров и связь этих параметров с летными и техническими характеристиками БВС.	3	3		3
7	Анализ и выбор схемы БВС.	3	3		2
8	Расчет массы БВС.	2	2		3
9	Оптимизация проектных параметров БВС.	2	2		2
10	Компоновка и центровка самолета.	3	3		3
11	Общие основы проектирования частей БВС.	3	3		3
Итого часов		30	30		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 7 (Осенний)

###### 1. Введение в специальность: общая структура БВС.

Определение БВС. Классы, виды и типы БВС. Основные характеристики каждого из видов. Общая структура БВС (какие системы входят в состав). Конструктивные особенности БВС относительно пилотируемых летательных аппаратов.

## 2. Задача проектирования и его этапы.

Дается определение задачи проектирования БВС. Подробно рассматривается каждый из этапов проектирования, его место и значение в процессе проектирования. Нормативные документы, регламентирующие процесс разработки БВС.

## 3. Характеристика БВС как объекта проектирования.

Рассматриваются свойства и параметры БВС, которые непосредственно влияют на выбор тех или иных технических решений при проектировании: функциональные и эксплуатационные свойства, производственная технологичность, конструктивные параметры, экономические параметры.

## 4. Теоретические и методологические основы проектирования БВС.

Теоретические основы проектирования как интеграция знаний в области фундаментальных наук: физика, математика, аэродинамика, динамика полета, прочность и т.д. Спектр методологических подходов, их отличия и области применения в проектировании.

## 5. Критерии и методы оценки проектных и конструкторских решений.

Выбор критериев оценки проектных и конструкторских решений. Какие критерии существуют на данный момент в авиастроении. Расчет критериев оценки.

## 6. Исходные данные для проектирования. Выбор основных параметров и связь этих параметров с летными и техническими характеристиками БВС.

Формирование технического облика БВС, исходя из тактико-технических требований, предъявляемых к БВС, физических ограничений, наличия и технического уровня оборудования производства, климатических условий, требований нормативной документации и т.д.

## 7. Анализ и выбор схемы БВС.

Анализ и выбор аэродинамической схемы БВС, выбор схемы размещения оборудования, выбор количества и точек размещения двигателей, выбор типа шасси и т.д.

## 8. Расчет массы БВС.

Алгоритмы расчета массы БВС, методики расчета.

## 9. Оптимизация проектных параметров БВС.

Оптимизация проекта БВС на этапе разработки технического предложения. Общие методические положения. Анализ влияния изменения проектных параметров при их оптимизации на летно-технические характеристики БВС.

## 10. Компоновка и центровка самолета.

Виды и задачи компоновок: аэродинамическая компоновка, объёмно-весовая компоновка, конструктивно-силовая компоновка. Центровочные расчеты БВС для различных вариантов загрузки.

## 11. Общие основы проектирования частей БВС.

Особенности проектирования частей БВС: фюзеляжа, крыла, лопастей, шасси, узлов крепления двигателя, целевой нагрузки и т.д.

## **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном.

## **6.Перечень рекомендуемой литературы**

### Основная литература

1. Проектирование конструкций самолетов [Текст] : учебник для вузов / Е. С. Войт [и др.] .— М. : Машиностроение, 1987 .— 416 с.

### Дополнительная литература

1. Аэродинамическое проектирование самолетов : Обстоятельное введение в современную аэродинамику и практическое руководство по решению проблем проектирования самолетов [Текст]/Д. Кюхеман , -М., Машиностроение, 1983

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Не используются

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Студент, изучающий дисциплину "Проектирование БВС" должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.

В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, понятия, аксиомы.

Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя:

- чтение и конспектирование рекомендованной литературы;
- проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств;
- подготовку к дифференцированному зачету.

Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**по направлению:** Прикладные математика и физика  
**профиль подготовки:** Беспилотные авиационные системы  
Физтех-школа авиационных и цифровых технологий  
кафедра технологий проектирования сложных технических систем  
**курс:** 4  
**квалификация:** бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчик:** Е.А. Ильина

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
ПК-2 Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения)	ПК-2.1 Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных
	ПК-2.2 Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины
	ПК-2.3 Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории, в письменной и устной форме

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Проектирование БВС» обучающийся должен:

### знать:

- основы проектирования БВС в целом и его систем.

### уметь:

- анализировать и выбирать схему БВС в соответствии с поставленной задачей;
- оптимизировать проектные параметры БВС;
- выполнять компоновочные и центровочные расчеты.

### владеть:

- средствами автоматизированного проектирования, необходимых для разработки составных частей БВС.

## 3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлого занятия.

## 4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. БВС как объект проектирования.
2. Определения и задачи проектирования БВС.
3. Типы проектных моделей БВС.
4. Критерии и методы оценки проектных и конструкторских решений.
5. Основные параметры БВС и их связь с летно-техническими характеристиками.
6. Расчет массы БВС в первом и втором приближении.
7. Аэродинамическая компоновка БВС.
8. Объемно-весовая компоновка БВС, расчет центровочной ведомости БВС.
9. Конструктивно-силовая компоновка БВС.

10. Особенности проектирования крыла БВС самолетного типа.
11. Особенности проектирования фюзеляжа БВС самолетного типа.
12. Особенности проектирования узлов навески целевой нагрузки на примере двух видов: с амортизацией и без.

#### Билет 1

1. Этапы проектирования БВС.
2. Преимущества, недостатки, области применения схемы БВС "Конвертоплан".

#### Билет 2

1. Исходя из каких требований и ограничений формируется технический облик БВС.
2. Определение центровки БВС. Для каких вариантов загрузки БВС производится расчет центровок.

#### Критерии оценивания

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

#### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**



Во время проведения дифференцированного зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой, вычислительной техникой, конспектами лекций.

Дифференцированный зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости и сдачи заданий, или путем организации специального опроса, проводимого в устной форме.