

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

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор института-заместитель  
директора ФАКТ**

**М.А. Кудров**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Основы аэронавигации
<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра аэрофизического и летного эксперимента
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

1 (осенний) - Зачет

2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 60 всего, в том числе:

лекции: 45 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: Б.В. Лебедев, канд. техн. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры аэрофизического и летного эксперимента 09.04.2024

## Аннотация

Дисциплина "Основы аэронавигации" направлена на освоение студентами базовых знаний в области: измерения параметров полета; определение координат, включая инерциальные и спутниковые методы, формирования и выдерживания заданного четырехмерного плана полета, взаимодействия с органами УВД и окружающими самолетами. После изучения дисциплины студенты приобретут навыки оценки характеристик навигации и безопасности полета в аэронавигационном пространстве.

### 1. Цели и задачи

#### Цель дисциплины

- изучение основ навигации, радионавигации, обеспечения полета в аэронавигационном пространстве и всепогодной посадки.

#### Задачи дисциплины

Освоение студентами базовых знаний в области:

- измерения параметров полета;
- определение координат, включая инерциальные и спутниковые методы;
- формирования и выдерживания заданного четырехмерного плана полета;
- взаимодействия с органами УВД и окружающими самолетами.

Приобретения навыков оценки характеристик навигации и безопасности полета в аэронавигационном пространстве.

### 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области информатики и вычислительной техники, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.4 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
	ОПК-3.2 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
	ОПК-3.3 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания из различных областей науки (техники)
	ОПК-3.5 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
	ОПК-3.7 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области математики, естественных наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
	ОПК-4.2 Способен применять знание информационно-коммуникационных технологий для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.4 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий, задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания

информационных систем) характера, представления материалов собственных исследований

ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий

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

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- фундаментальные понятия теории и практики современных методов навигации и организации воздушного движения в увязке с полученными ранее знаниями в области физики и математики;
- основные принципы автономных и радиотехнических методов определения координат самолета на маршруте и при посадке;
- современные подходы к обеспечению и оценке безопасности полета при взаимодействии с другими самолетами;
- состояние и направления развития концепции CNS/ATM - организации воздушного движения в международном воздушном пространстве и ее технического обеспечения;
- основные принципы самолетовождения.

уметь:

- ориентироваться в разнообразии существующих методов и аппаратуры для измерения координат и параметров полета, обмена цифровой информации, наблюдения за воздушным движением;
- пользоваться полученными знаниями для решения текущих задач и оценки перспективности новых направлений;
- осваивать новые направления в области навигационных измерений и организации полетов;
- применять методы теории вероятности и математической статистики для оценки характеристик оборудования и уровня безопасности полета;
- использовать разнообразные источники информации, в том числе на английском языке, для пополнения знаний в области аэронавигации;
- применять полученные знания применительно к конкретному самолету и конкретным условиям полета.

владеть:

- навыками оценки вероятности редких событий (столкновений самолетов при движении в аэронавигационном пространстве);
- навыками оценки нормирования технических параметров бортовой аппаратуры с позиций физической сущности соответствующих процессов;
- навыками освоения большого объема информации в быстроразвивающейся области навигации и управления воздушным движением;
- умением делать выводы из разнообразной и иногда противоречивой информации о развитии систем навигации и управления воздушным движением.

### 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	Навигация и самолетовождение	4			2
2	Метрология и ее применение, теории надежности	4			2
3	Измерение параметров движения относительно воздуха	2			2
4	Счисление координат	4			2

5	Инерциальные навигационные системы	4			2
6	Радиотехника	4			3
7	Ближняя радионавигация	4			2
8	Традиционные радиотехнические средства посадки	4			
9	Спутниковые технологии в авиации	2	2		
10	Спутниковая навигация	2	2		3
11	Спутниковые навигационные системы	4	4		3
12	Самолетовождение	3	3		3
13	Аэронавигационное пространство, стандарты ИКАО CNS/ATM	2	2		3
14	Безопасность полета в аэронавигационном пространстве	2	2		3
Итого часов		45	15		30
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

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

Семестр: 1 (Осенний)

##### 1. Навигация и самолетовождение

Основные понятия навигации и самолетовождения.

##### 2. Метрология и ее применение, теории надежности

Особенности применения метрологии и теории надежности в авионике.

##### 3. Измерение параметров движения относительно воздуха

Описание способов измерения параметров движения летательного аппарата относительно воздуха.

##### 4. Счисление координат

Описание способов счисления координат летательного аппарата при полете.

##### 5. Инерциальные навигационные системы

Понятие об инерциальных навигационных системах на традиционных и лазерных датчиках.

##### 6. Радиотехника

Необходимые сведения из радиотехники, основные понятия и классификация.

##### 7. Ближняя радионавигация

Описание понятия ближней радионавигации, традиционные средства ближней радионавигации.

##### 8. Традиционные радиотехнические средства посадки

Описание средств посадки, включая радиотехнические средства посадки. Классификация и характеристики.

Семестр: 2 (Весенний)

#### 9. Спутниковые технологии в авиации

Основные принципы использования спутниковых технологий в авиации.

#### 10. Спутниковая навигация

Принципы работы спутниковой навигации.

#### 11. Спутниковые навигационные системы

Реализации спутниковых навигационных систем и пути их совершенствования. Функциональные дополнения к спутниковой навигации.

#### 12. Самолетовождение

Основные правила и понятия в самолетовождении.

#### 13. Аэронавигационное пространство, стандарты ИКАО CNS/ATM

Самолет в аэронавигационном пространстве, концепция ИКАО CNS/ATM.

#### 14. Безопасность полета в аэронавигационном пространстве

Оценка безопасности полета в аэронавигационном пространстве на примере вертикального эшелонирования.

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

учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

### 6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Летные испытания самолетов и обработка результатов испытаний [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. М. Пашковский, В. А. Леонов, Б. К. Поплавский .— М. : Машиностроение, 1985 .— 415 с.

Дополнительная литература

1. Спутниковые системы радионавигации [Текст]/Е. П. Чуров, -М., Сов. радио, 1977

### 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 курс «Основы аэронавигации», 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 фундаментальные понятия теории и практики современных методов навигации и организации воздушного движения в увязке с полученными ранее знаниями в области физики и математики; современные подходы к обеспечению и оценке безопасности полета при взаимодействии с другими самолетами.

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 учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенные для самостоятельного изучения.

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

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

<b>по направлению:</b>	Информатика и вычислительная техника
<b>профиль подготовки:</b>	Программная инженерия передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии кафедра аэрофизического и летного эксперимента
<b>курс:</b>	1
<b>квалификация:</b>	магистр
Семестры, формы промежуточной аттестации:	
1 (осенний) - Зачет	
2 (весенний) - Дифференцированный зачет	
<b>Разработчик:</b>	Б.В. Лебедев, канд. техн. наук

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области информатики и вычислительной техники, учитывая особенности и ограничения различных методов решения	ОПК-3.4 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений
	ОПК-3.2 Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем
	ОПК-3.3 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания из различных областей науки (техники)
	ОПК-3.5 Способен адаптировать зарубежные комплексы обработки информации и автоматизированного проектирования к нуждам отечественных предприятий
	ОПК-3.7 Способен разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач
ОПК-4 Способен успешно реализовывать решение поставленной задачи, провести анализ результата и представить выводы, применяя знания и навыки в области математики, естественных наук и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-4.3 Способен аргументировано выбирать способ проведения научного исследования
	ОПК-4.2 Способен применять знание информационно-коммуникационных технологий для решения поставленной задачи, формулирования выводов и оценки полученных результатов
	ОПК-4.4 Способен анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями
ПК-3 Владеет навыками участия в научных дискуссиях, выступления с сообщениями и докладами устного, письменного и виртуального (размещение в информационных сетях) характера, представления материалов собственных исследований	ПК-3.2 Умеет вести корректную дискуссию в области информационных технологий, задавать вопросы и отвечать на поставленные вопросы по теме научной работы
	ПК-3.1 Знает основы ведения научной дискуссии и формы устного научного высказывания
	ПК-3.3 Имеет практический опыт участия в научных студенческих конференциях, очных, виртуальных, заочных обсуждениях научных проблем в области информационных технологий

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Основы аэронавигации» обучающийся должен:

### знать:

- фундаментальные понятия теории и практики современных методов навигации и организации воздушного движения в увязке с полученными ранее знаниями в области физики и математики;
- основные принципы автономных и радиотехнических методов определения координат самолета на маршруте и при посадке;
- современные подходы к обеспечению и оценке безопасности полета при взаимодействии с другими самолетами;
- состояние и направления развития концепции CNS/ATM - организации воздушного движения в международном воздушном пространстве и ее технического обеспечения;
- основные принципы самолетовождения.

### уметь:



- ориентироваться в разнообразии существующих методов и аппаратуры для измерения координат и параметров полета, обмена цифровой информации, наблюдения за воздушным движением;
- пользоваться полученными знаниями для решения текущих задач и оценки перспективности новых направлений;
- осваивать новые направления в области навигационных измерений и организации полетов;
- применять методы теории вероятности и математической статистики для оценки характеристик оборудования и уровня безопасности полета;
- использовать разнообразные источники информации, в том числе на английском языке, для пополнения знаний в области аэронавигации;
- применять полученные знания применительно к конкретному самолету и конкретным условиям полета.

**владеть:**

- навыками оценки вероятности редких событий (столкновений самолетов при движении в аэронавигационном пространстве);
- навыками оценки нормирования технических параметров бортовой аппаратуры с позиций физической сущности соответствующих процессов;
- навыками освоения большого объема информации в быстроразвивающейся области навигации и управления воздушным движением;
- умением делать выводы из разнообразной и иногда противоречивой информации о развитии систем навигации и управления воздушным движением.

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

1. Основные источники погрешностей спутниковой навигации
2. Функциональные дополнения к спутниковой навигации
3. Реализации спутниковых навигационных систем
4. Принципы самолетовождения
5. Методы наблюдения за воздушным движением
6. Методы обмена цифровой информацией внутри самолета и с внешними объектами
7. Принципы организации воздушного движения
8. Принципы организации спутниковой навигации
9. Описание понятия ближней радионавигации.
10. Традиционные средства ближней радионавигации

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

1. Влияние надежности, контроля на плотность распределения погрешностей измерений  
Влияние надежности, контроля и резервирования на плотность распределения погрешностей измерений
2. Измерение параметров движения относительно воздуха, оценка точности в полете
3. Форма Земли и системы координат для навигации
4. Принцип работы и структура погрешностей инерциальной навигационной системы
5. Основные понятия радиотехники
6. Принципы ближней радионавигации
7. Принципы работы радиотехнических средств посадки
8. Принципы спутниковой навигации
9. Основные радиотехнические аспекты спутниковой навигации
10. Влияние резервирования на плотность распределения погрешностей измерений

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

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