

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Самолетостроения и эксплуатации авиационной техники  
(104)»

**УТВЕРЖДЕНА:**  
на заседании кафедры  
Протокол №9 от 18 мая 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«ДИНАМИКА ПОЛЕТА САМОЛЕТА»**

---

Специальность: 24.05.07 Самолето-и вертолетостроение

---

Самолетостроение

---

Квалификация: Инженер

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Кривель Сергей Михайлович Дата подписания: 22.05.2026
---

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Подрез Никодим Владимирович Дата подписания: 27.05.2026
--

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Распопина Вера Борисовна Дата подписания: 27.05.2026
---

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

**1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

**1.1 Дисциплина «Динамика полета самолета» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

<b>Код, наименование компетенции</b>	<b>Код индикатора компетенции</b>
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.28
ПК-3 Способность и готовность к проведению проектировочных расчётов аэродинамики, динамики полёта, прочности и экономики проектируемой авиационной техники	ПК-3.5, ПК-3.9

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

<b>Код индикатора</b>	<b>Содержание индикатора</b>	<b>Результат обучения</b>
ОПК-1.28	Разрабатывает рекомендации по повышению летно-технических характеристик летательного аппарата	<b>Знать</b> базовые понятия дисциплины; основные законы аэродинамики и динамики полета самолета; основные летно-технические и пилотажные характеристики самолета; эксплуатационные ограничения режимов полета самолета; основные методы анализа летно-технических и пилотажных характеристик самолета; влияние конструктивно-компоновочных и эксплуатационных факторов на летно-технические характеристики самолета <b>Уметь</b> определять исходные данные для расчета летно-технических характеристик самолета; выполнять расчет летно-технических характеристик, характеристик устойчивости и управляемости самолета <b>Владеть</b> навыками анализа летно-технических характеристик самолетов
ПК-3.5	Способен выполнять проектировочные расчёты динамики полета самолета	<b>Знать</b> базовые понятия дисциплины; основные законы аэродинамики и динамики полета самолета; основные летно-технические и пилотажные

		<p>характеристики самолета; эксплуатационные ограничения режимов полета самолета; основные методы анализа летно-технических и пилотажных характеристик самолета; влияние конструктивно-компоновочных и эксплуатационных факторов на летно-технические характеристики самолета</p> <p><b>Уметь</b> определять исходные данные для расчета летно-технических характеристик самолета; выполнять расчет летно-технических характеристик, характеристик устойчивости и управляемости самолета</p> <p><b>Владеть</b> навыками выполнения проектировочных расчетов по вопросам динамики полета самолета</p>
ПК-3.9	Способен выполнять проектировочные расчёты динамики полета самолета с использованием прикладных программных средств	<p><b>Знать</b> базовые понятия дисциплины; основные законы аэродинамики и динамики полета самолета; основные летно-технические и пилотажные характеристики самолета; эксплуатационные ограничения режимов полета самолета; основные методы анализа летно-технических и пилотажных характеристик самолета; влияние конструктивно-компоновочных и эксплуатационных факторов на летно-технические характеристики самолета</p> <p><b>Уметь</b> определять исходные данные для расчета летно-технических характеристик самолета; выполнять расчет летно-технических характеристик, характеристик устойчивости и управляемости самолета</p> <p><b>Владеть</b> навыками выполнения проектировочных расчетов по динамике полета самолета с использованием программных прикладных средств</p>

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Динамика полета самолета» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Аэродинамика», «Конструкция самолета (вертолета)», «Силовая установка»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Проектирование самолетов»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	80	48	32
лекции	48	32	16
лабораторные работы	16	16	0
практические/семинарские занятия	16	0	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	100	60	40
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовая работа, Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	Экзамен, Курсовая работа

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

##### Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение. Математическая модель динамики полета летательных аппаратов	1, 2, 3, 4	8	1	2			2, 5	2	Отчет по лабораторной работе
2	Горизонтальный полет	5, 6	4	2	2			2, 5	2	Отчет по лабораторной работе
3	Набор высоты. Снижение	7, 8	4	3	2			2, 5	2	Отчет по лабораторной работе

										ной работе
4	Движение летательного аппарата по криволинейным траекториям	9, 10, 11	6	4	4			2, 4, 5	8	Отчет по лабораторной работе
5	Взлет. Посадка. Взлетно-посадочные характеристики	12, 13, 14	6	5	4			2, 5	2	Отчет по лабораторной работе, Контрольная работа
6	Дальность и продолжительность полета самолета	15, 16	4	6	2			2, 5	2	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой
	Всего		32		16				18	

### Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Устойчивость и управляемость летательного аппарата. Уравнения движения летательного аппарата с учетом вращения вокруг центра масс	17	2					3	2	Контрольная работа
2	Балансировка самолета в продольном движении. Понятие о динамических свойствах самолета в продольном движении	18, 19, 20	6			1, 2	8	1, 3	8	Решение задач, Контрольная работа
3	Боковая статическая устойчивость и балансировка самолета. Понятие о динамических свойствах самолета в боковом движении	21, 22, 23	6			3, 4	8	3, 4	12	Решение задач
4	Особые случаи полета	24	2					2	18	Устный опрос
	Промежуточная								36	Экзамен,

	аттестация									Курсовая работа
	Всего		16				16		76	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение. Математическая модель динамики полета летательных аппаратов	Модель траектории центра масс летательного аппарата. Уравнения движения. Перегрузка. Управление движением летательного аппарата. Истинная, земная, путевая, индикаторная и приборная скорости полета. Эксплуатационные ограничения нормальной перегрузки самолета
2	Горизонтальный полет	Схема сил и уравнения движения. Метод Н.Е. Жуковского для определения основных закономерностей прямолинейного полета. Теоретический диапазон высот и скоростей полета. Первые и вторые режимы полета. Разгон и торможение самолета. Эксплуатационные ограничения летательных аппаратов. Эксплуатационный диапазон скоростей и высот прямолинейного горизонтального полета. Влияние эксплуатационный диапазон конструктивных и эксплуатационных факторов.
3	Набор высоты. Снижение	Схема сил и уравнения движения. Полярная диаграмма скоростей в установившемся наклонном полете. Основные закономерности набора высоты. Основные закономерности снижения. Геометрическая скороподъемность. Понятие энергетической высоты самолета. Энергетическая скороподъемность. Область динамических высот полета самолета. Барограмма набора высоты
4	Движение летательного аппарата по криволинейным траекториям	Полет в вертикальной плоскости. Маневрирование самолета в вертикальной плоскости, схема сил и уравнения движения. Основные маневры в вертикальной плоскости. Полет в горизонтальной плоскости. Маневрирование самолета по криволинейным траекториям в горизонтальной плоскости, схема сил и уравнения движения. Вираж. Разворот. Характеристики маневрирования. Располагаемая по тяге нормальная перегрузка. Кинематические характеристики и границы установившихся и неуставившихся виражей. Движение самолета по пространственным траекториям. Пространственные маневры самолета. Показатели маневренности.
5	Взлет. Посадка. Взлетно-посадочные	Взлет. Взлет самолета с разбегом, схема сил, уравнения движения. Взлетные характеристики

	характеристики	самолета. Влияние на взлетные характеристики эксплуатационных факторов. Оценка возможности взлета при частичной потере тяги. Посадка. Посадка самолета с пробегом, схема сил, уравнения движения. Посадочные характеристики. Влияние на посадочные характеристики эксплуатационных факторов. Особенности посадки с неработающей силовой установкой. Способы улучшения взлетно-посадочных характеристик летательных аппаратов.
6	Дальность и продолжительность полета самолета	Километровый и часовой расходы топлива. Основные понятия и определения. Порядок расчета дальности и продолжительности полета. Наивыгоднейшие режимы полета. Влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на часовой и километровый расходы топлива. Понятие об инженерно-штурманском расчете. Транспортная эффективность.

### Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Устойчивость и управляемость летательного аппарата. Уравнения движения летательного аппарата с учетом вращения вокруг центра масс	Понятие устойчивости и управляемости самолета. Параметры, характеризующие положение и движение самолета как твердого тела. Уравнения движения самолета с учетом вращения вокруг центра масс. Моменты, действующие на самолет. Управление движением летательного аппарата
2	Балансировка самолета в продольном движении. Понятие о динамических свойствах самолета в продольном движении	Продольная статическая устойчивость по перегрузке. Продольная балансировка самолета. Балансировочная диаграмма отклонения руля высоты (стабилизатора) в прямолинейном горизонтальном полете. Балансировочная диаграмма по перемещениям и усилиям. Продольная статическая устойчивость по скорости. Собственные динамические свойства самолета в «малом» продольном движении. Реакция самолета на отклонение руля высоты (стабилизатора). Характеристики продольной управляемости самолета. Требования к динамическим свойствам самолета в продольном движении. Возможности улучшения продольных характеристик устойчивости и управляемости применением автоматических устройств.
3	Боковая статическая устойчивость и балансировка самолета. Понятие о динамических свойствах самолета в боковом движении	Путевая статическая устойчивость самолета. Поперечная статическая устойчивость самолета. Балансировка самолета в установившемся прямолинейном полете со скольжением. Балансировка самолета с несимметричной тягой. Статические характеристики управляемости в боковом движении, требования к ним.

		Возмущенное боковое движение самолета. Динамические свойства самолёта в изолированном движении крена. Возможности улучшения продольных характеристик устойчивости и управляемости применением автоматических устройств.
4	Особые случаи полета	Общий случай движения самолета. Перекрестные связи. Самовращение самолета на закритических углах атаки. Сваливание самолета. Штопор самолета.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Лабораторная работа 1. Исследование располагаемых нормальной скоростной и тангенциальных перегрузок самолета	2
2	Лабораторная работа 2. Исследование влияния эксплуатационных факторов на диапазон высот и скоростей полета самолета	2
3	Лабораторная работа 3. Исследование характеристик скороподъемности самолета	2
4	Лабораторная работа 4. Исследование характеристик маневренности самолета	4
5	Лабораторная работа 5. Исследование взлетно-посадочных характеристик самолета	4
6	Лабораторная работа 6. Исследование влияние эксплуатационных факторов на километровый и часовой расходы топлива	2

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Практическое занятие 1. Балансировочные характеристики самолета в продольном движении	4
2	Практическое занятие 2. Возмущенное продольное движение самолета	4
3	Практическое занятие 3. Балансировочные характеристики самолета в боковом движении	4
4	Практическое занятие 4. Возмущенное боковое движение самолета	4

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	30
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	6
3	Подготовка к зачёту	12
4	Подготовка к контрольным работам	6
5	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	6

## Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	4
2	Подготовка к экзамену	18
3	Проработка разделов теоретического материала	10
4	Расчетно-графические и аналогичные работы	8

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: просмотр и обсуждение учебных видеofilмов, проблемная лекция, проблемная лабораторная работа

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

#### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

1. Кривель, С. М. Динамика полета. Расчет летно-технических и пилотажных характеристик самолета : учебное пособие для СПО / С. М. Кривель. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 192 с. — ISBN 978-5-507-52957-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/463016> (дата обращения: 02.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кривель С. М. Динамика полета. Расчет летно-технических и пилотажных характеристик автоматизированного самолета [Электронный ресурс]: учебное пособие по выполнению курсовой работы / С. М. Кривель, 2007. - 107 с.
3. Кривель С.М. Методические и учебные материалы по изучению дисциплины "Динамика полета самолета": сайт. <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4308> (дата обращения 02.06.2025).

#### 5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Кривель, С. М. Динамика полета. Расчет летно-технических и пилотажных характеристик самолета : учебное пособие для СПО / С. М. Кривель. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 192 с. — ISBN 978-5-507-52957-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/463016> (дата обращения: 02.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Динамика полета [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению заданий практических занятий / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 111 с
3. Кривель С.М. Методические и учебные материалы по изучению дисциплины "Динамика полета самолета": сайт. <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4308> (дата обращения 02.06.2025).

### **5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:**

1. Кривель, С. М. Динамика полета. Расчет летно-технических и пилотажных характеристик самолета : учебное пособие для СПО / С. М. Кривель. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 192 с. — ISBN 978-5-507-52957-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/463016> (дата обращения: 02.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Динамика полета [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 10 с.
3. Кривель С.М. Методические и учебные материалы по изучению дисциплины "Динамика полета самолета": сайт. <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4308> (дата обращения 02.06.2025).

### **5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

1. Кривель С. М. Динамика полета [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. М. Кривель, 2007. - 117 с.
2. Кривель С.М. Методические и учебные материалы по изучению дисциплины "Динамика полета самолета": сайт. <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4308> (дата обращения 02.06.2025).

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 семестр 7 | Отчет по лабораторной работе**

##### **Описание процедуры.**

Студент выполняет в полном объеме задание на лабораторную работу, оформляет отчет и представляет его на проверку преподавателю. Защита отчета осуществляется в процессе собеседования преподавателя и студента по материалам лабораторной работы и отчета. Защита осуществляется на учебном занятии или в установленное преподавателем время.

##### **Критерии оценивания.**

Отчет по лабораторной работе считается защищенным (выставляется оценка «зачтено» по лабораторной работе) если студент:

- самостоятельно выполнил задание на лабораторную работу, оформил отчет и предоставил его преподавателю;
- продемонстрировал знание теоретических основ теоретических проблем, выносимых на лабораторную работу; методов решения задач и подготовки исходных данных;
- самостоятельно разработал алгоритмы расчетов, выполнил вычислительные эксперименты, обработал и проанализировал данные расчетов;
- в основном правильно ответил на вопросы преподавателя при защите отчета по работе

по материалу темы (раздела) в части касающейся проблематики лабораторной работы. При невыполнении указанных требований отчет по лабораторной работе считается не защищенным (выставляется оценка «не зачтено» по лабораторной работе).

### **6.1.2 семестр 7 | Контрольная работа**

#### **Описание процедуры.**

Контрольная работа проводится письменно по основным учебным вопросам теоретического курса.

#### **Критерии оценивания.**

Письменный ответ студента оценивается по следующим правилам:

"отлично" - если студент полно и правильно ответил на все вопросы варианта контрольной работы;

"хорошо" - если студент в основном полно и правильно ответил на все вопросы варианта контрольной работы с небольшими неточностями и замечаниями;

"удовлетворительно" - если студент в целом правильно ответил на все вопросы варианта, допустил неточности при изложении материала, ответ имеет незначительные и не принципиальные замечания или ошибки;

"неудовлетворительно" - если не выполнены требования к оценке "удовлетворительно", при изложении материала допущены серьезные ошибки.

### **6.1.3 семестр 8 | Решение задач**

#### **Описание процедуры.**

На практических занятиях студенту выдаются задачи для решения в соответствии с индивидуальным вариантом. Решения задач оформляются в виде отчета по практическому занятию и представляются на проверку преподавателю.

#### **Критерии оценивания.**

Отчет по занятию считается защищенным (выставляется оценка «зачтено» по практическому занятию), если все задачи решены студентом самостоятельно, в соответствии с вариантом, решены без ошибок. При невыполнении указанных требований выставляется оценка «не зачтено».

### **6.1.4 семестр 8 | Устный опрос**

#### **Описание процедуры.**

Опрос проводится на занятии. Студенты для ответов на вопросы выбираются преподавателем. Опрос проводится в форме диалога между преподавателем и студентом.

#### **Критерии оценивания.**

Ответы студента специально не оцениваются. Опрос имеет цель - общая оценка преподавателем степени понимания и уяснения учебного материала студентами.

### **6.1.5 семестр 8 | Контрольная работа**

#### **Описание процедуры.**

Контрольная работа проводится письменно по основным учебным вопросам теоретического курса.

### **Критерии оценивания.**

Письменный ответ студента оценивается по следующим правилам:

"отлично" - если студент полно и правильно ответил на все вопросы варианта контрольной работы;

"хорошо" - если студент в основном полно и правильно ответил на все вопросы варианта контрольной работы с небольшими неточностями и замечаниями;

"удовлетворительно" - если студент в целом правильно ответил на все вопросы варианта, допустил неточности при изложении материала, ответ имеет незначительные и не принципиальные замечания или ошибки;

"неудовлетворительно" - если не выполнены требования к оценке "удовлетворительно", при изложении материала допущены серьезные ошибки.

## **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ОПК-1.28	Разрабатывает рекомендации по повышению летно-технических характеристик летательного аппарата	Защита курсовой работы. Зачет с оценкой. Экзамен.
ПК-3.5	Способен выполнять проектировочные расчёты динамики полета самолета	Курсовая работа Дифференцированный зачет Экзамен
ПК-3.9	Способен выполнять проектировочные расчёты динамики полета самолета с использованием прикладных программных средств	Курсовая работа Дифференцированный зачет Экзамен

### **6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации**

#### **6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине**

##### **6.2.2.1.1 Описание процедуры**

Зачет проводится в форме письменной контрольной работы по всем пройденным материалам курса. Условием допуска к зачету является выполнение всех требований учебной программы (наличие положительных оценок по отчетам лабораторных работ, контрольной работе).

Пример задания:

1. Основные системы координат, применяемые в динамике полета. Углы атаки и скольжения.
2. Основные системы координат, применяемые в динамике полета. Угол наклона траектории, путевой угол, скоростной угол крена.
3. Основные системы координат, применяемые в динамике полета. Угол тангажа, угол рыскания, угол крена.
4. Проекция ускорений центра масс самолета на оси траекторной системы координат.
5. Проекция сил, действующих в центре масс самолета, на оси траекторной системы координат.
6. Уравнения движения центра масс самолета в траекторной системе координат (вывод уравнений).
7. Уравнения движения центра масс самолета в траекторной системе координат (анализ уравнений).
8. Уравнения движения центра масс самолета в траекторной системе координат в перегрузках (вывод уравнений).
9. Уравнения движения центра масс самолета в траекторной системе координат в перегрузках (анализ уравнений).
10. Понятия истинной, земной, путевой, индикаторной и приборной скоростей полета центра масс самолета.
11. Эксплуатационные ограничения нормальной перегрузки самолета. Анализ ограничения перегрузки по прочности.
12. Эксплуатационные ограничения нормальной перегрузки самолета. Анализ ограничения перегрузки по несущим свойствам самолета.
13. Эксплуатационные ограничения нормальной перегрузки самолета. Диаграмма кратковременно допустимых перегрузок самолета.
14. Схема сил и уравнения движения прямолинейного горизонтального полета.
15. Расчет потребной тяги силовой установки самолета.
16. Расчет нормальной перегрузки самолета.
17. Расчет продольной перегрузки самолета.
18. Порядок построения кривых Н.Е.Жуковского для прямолинейного горизонтального полета самолета.
19. Понятия первых и вторых режимов прямолинейного горизонтального полета самолета.
20. Основные закономерности разгона и торможения самолета. Расчет времени разгона (торможения) самолета.
21. Построение теоретического диапазона высот и скоростей прямолинейного горизонтального полета самолета.
22. Ограничения минимальных скоростей полета самолета.
23. Ограничения максимальных скоростей полета самолета.
24. Построение эксплуатационного диапазона высот и скоростей горизонтального прямолинейного полета самолета.
25. Эксплуатационный диапазон высот и скоростей полета самолета. Ограничения высот полета.
26. Эксплуатационный диапазон высот и скоростей полета. Область динамических высот полета самолета.
27. Эксплуатационный диапазон высот и скоростей полета. Влияние эксплуатационных факторов на его границы.
28. Схема сил и уравнения прямолинейного наклонного полета самолета.
29. Полярная диаграмма скоростей в прямолинейном наклонном полете (порядок построения).

30. Полярная диаграмма скоростей в прямолинейном наклонном полете (первые и вторые режимы наклонного полета).
31. Основные закономерности набора высоты.
32. Основные закономерности снижения самолета. Планирование самолета.
33. Геометрическая скороподъемность самолета.
34. Понятие энергетической высоты полета самолета.
35. Энергетическая скороподъемность самолета.
36. Схема сил и уравнения криволинейного движения самолета в вертикальной плоскости.
37. Основные маневры самолета в вертикальной плоскости (общая характеристика).
38. Анализ динамики выполнения пикирования.
39. Анализ динамики выполнения горки.
40. Анализ динамики выполнения петли Нестерова.
41. Схема сил и уравнения криволинейного движения самолета в горизонтальной плоскости.
42. Анализ динамики выполнения виража (разворота).
43. Располагаемая по тяге нормальная скоростная перегрузка.
44. Границы угловых скоростей при выполнении установившихся и неустойчивых виражей.
45. Границы радиусов установившихся и неустойчивых виражей.
46. Пространственные маневры самолета (общая характеристика).
47. Показатели маневренности самолета (обобщенные и частные).
48. Способы взлета самолета. Этапы взлета самолета с разбегом.
49. Взлет самолета с разбегом. Схемы сил и уравнения движения.
50. Взлетные характеристики самолета (скорость отрыва, длина разбега, длина взлетной дистанции, время взлета). Расчет взлетных характеристик.
51. Взлетные характеристики самолета (скорость отрыва, длина разбега, длина взлетной дистанции, время взлета). Анализ влияния основных эксплуатационных факторов.
52. Взлетные характеристики самолета (скорость отрыва, длина разбега, длина взлетной дистанции, время взлета). Конструктивные способы улучшения взлетных характеристик.
53. Взлет самолета с разбегом. Оценка возможности взлета при частичной потере тяги.
54. Способы посадки самолета. Этапы посадки самолета с пробегом.
55. Схемы сил и уравнения движения самолета на этапах посадки с пробегом.
56. Посадочные характеристики самолета (посадочная скорость, длина пробега, длина посадочной дистанции, время посадки). Расчет посадочных характеристик.
57. Посадочные характеристики самолета (посадочная скорость, длина пробега, длина посадочной дистанции, время посадки). Анализ влияния основных эксплуатационных факторов.
58. Посадочные характеристики самолета (посадочная скорость, длина пробега, длина посадочной дистанции, время посадки). Конструктивные способы улучшения посадочных характеристик.
59. Особенности посадки с неработающей силовой установкой.
60. Часовой и километровый расход топлива (основные понятия и определения).
61. Влияние скорости полета на часовой расход топлива.
62. Влияние скорости полета на километровый расход топлива.
63. Влияние высоты полета на часовой расход топлива.
64. Влияние высоты полета на километровый расход топлива.
65. Порядок расчета часового и километрового расходов топлива в случае заданного режима работы двигателей (при известных высоте и числе М полета).

66. Порядок расчета часового и километрового расходов топлива в случае заданного режима полета самолета (заданы тангенциальная, нормальная скоростная перегрузки, высота и число М полета).

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала.	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала.	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала.	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Не выполнены требования к оценке "удовлетворительно".

#### 6.2.2.2 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

##### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в форме устного собеседования по всем пройденным материалам курса. Условием допуска к экзамену является выполнение всех требований учебной программы (наличие положительных оценок по практическим занятиям, контрольной работе).

Пример задания:

1. Уравнения движения самолета с учетом вращения вокруг центра масс.
2. Продольный момент самолета.
3. Понятие продольной статической устойчивости самолета по углу атаки (нормальной перегрузке).
4. Понятие продольной статической устойчивости самолета. Степень статической

устойчивости самолета по углу атаки.

5. Понятие продольной статической устойчивости самолета. Влияние на нее конструктивных факторов самолета.
6. Понятие продольной статической устойчивости самолета. Влияние на нее эксплуатационных факторов.
7. Понятие статической устойчивости самолета по скорости. Критерии статической устойчивости самолета по скорости.
8. Понятие статической устойчивости самолета по скорости. Влияние на статическую устойчивость по скорости конструктивно-компоновочных и эксплуатационных факторов.
9. Продольная балансировка самолета. Балансировочное отклонение руля высоты (стабилизатора).
10. Продольная балансировка самолета по углу атаки (нормальной перегрузке). Балансировочная диаграмма устойчивого и неустойчивого по углу атаки самолетов.
11. Продольная балансировка самолета в прямолинейном горизонтальном полете.
12. Балансировочная диаграмма самолета в прямолинейном горизонтальном полете.
13. Понятие балансировочных диаграмм по перемещениям органов управления и усилиям на органах управления.
14. Статические характеристики управляемости самолета в продольном движении.
15. Силы и моменты, действующие на самолет в боковом движении.
16. Путевая статическая устойчивость самолета. Степень путевой статической устойчивости самолета.
17. Путевая статическая устойчивость самолета. Влияние конструктивно-компоновочных факторов на путевую статическую устойчивость.
18. Путевая статическая устойчивость самолета. Влияние эксплуатационных факторов на путевую статическую устойчивость.
19. Поперечная статическая устойчивость самолета. Степень поперечной статической устойчивости самолета.
20. Поперечная статическая устойчивость самолета. Влияние конструктивно-компоновочных факторов на поперечную статическую устойчивость.
21. Поперечная статическая устойчивость самолета. Влияние эксплуатационных факторов на поперечную статическую устойчивость.
22. Балансировка самолета в установившемся прямолинейном полете со скольжением.
23. Балансировочная диаграмма самолета в установившемся прямолинейном полете со скольжением.
24. Статические характеристики управляемости самолета в боковом движении.
25. Балансировка самолета с несимметричной тягой.
26. Балансировочная диаграмма самолета в прямолинейном полете с несимметричной тягой.
27. Балансировка самолета с несимметричной тягой. Случай балансировки без крена.
28. Балансировка самолета с несимметричной тягой. Случай балансировки без скольжения.
29. Балансировка самолета с несимметричной тягой. Случай балансировки без отклонения руля направления.
30. Особенности управления самолета по крену.
31. Взаимодействие продольного и бокового движений. Кинематические перекрестные связи.
32. Взаимодействие продольного и бокового движений. Аэродинамические перекрестные связи.
33. Взаимодействие продольного и бокового движений. Инерционные перекрестные связи.
34. Самовращение самолета на закритических углах атаки.

35. Сваливание самолета.
36. Штопор самолета.
37. Динамика вертикального установившегося штопора.
38. Способы вывода самолета из штопора.

#### 6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала, ответил на все дополнительные вопросы.	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала, ответил на большинство дополнительных вопросов.	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала, допустил некоторые неточности при ответе на большинство дополнительных вопросов.	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. Не выполнены требования к оценке "удовлетворительно".

#### 6.2.2.3 Семестр 8, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

##### 6.2.2.3.1 Описание процедуры

Курсовая работа выполняется по теме «Расчет летно-технических характеристик самолета». Исходные данные и тип летательного аппарата определяются вариантом. По согласованию со студентом ему может быть выдано индивидуальное задание с учетом его научной работы или по другим обстоятельствам.

На защиту представляется собственно текст курсовой работы и программы для ЭВМ

(электронные документы, компьютерные модели и т.п.) с полностью устраненными ошибками и недостатками, отмеченными преподавателем.

Защита осуществляется в форме публичного выступления студента перед преподавателем и студентами или в процессе индивидуального собеседования с преподавателем (комиссией). Студент обязан продемонстрировать знания и умения выполнять расчеты согласно теме курсовой работы, навыки выполнения расчетов, составления алгоритмов, оформления результатов, способность интерпретировать и анализировать результаты расчетов.

Процедура защиты курсовой работы включает следующие этапы:

1. Подготовка отчета по курсовой работе.
2. Отправка отчета на проверку руководителю (преподавателю) через систему электронного обучения.
3. Устранение замечаний по отчету при их наличии. Отправка на повторную проверку.
4. Допуск к защите.
5. Защита курсовой работы.

Пример задания:

Курсовая работа должна содержать следующие материалы:

Титульный лист

Задание

**ВВЕДЕНИЕ**

1. Расчет летно-технических характеристик самолета

1.1. Расчет и построение кривых располагаемых и потребных тяг для прямолинейного горизонтального по-лета. Построение теоретического диапазона высот и скоростей

Указания:

1. Обязательно присутствует в расчетах случай согласно варианту задания по высоте и числу М.
2. Расчеты выполняются только для массы согласно варианту.
3. Используется методика для расчета лобового сопротивления с использованием поляры.
4. Кривая статических потолков строится с использованием кривых проф. Н.Е. Жуковского.

1.2. Расчет ограничений минимальных и максимальных скоростей полета. Построение эксплуатационного диапазона высот и скоростей горизонтального полета

1.3. Расчет и построение зависимостей располагаемой продольной перегрузки и характеристик скороподъемности в зависимости от скорости полета для рассматриваемых высот

Указания:

1. Расчеты выполняются для тех же высот, что и в пункте 1.1.
- 1.4. Расчет и построение полярной диаграммы скоростей в наклонном прямолинейном полете с набором высоты

Указания:

1. Расчет и построение выполняется только для высоты согласно варианту.
- 1.5. Расчет и построение диаграмм кратковременно допустимых нормальных перегрузок и нормальных перегрузок маневрирования с постоянной скоростью для рассматриваемых высот

Указания:

1. Расчеты выполняются для тех же высот, что и в пункте 1.1.

1.6. Расчет и построение границ радиусов и угловых скоростей установившихся и неустановившихся виражей для расчетной высоты полета в зависимости от скорости полета

Указания:

1. Расчет и построение выполняется только для высоты согласно варианту.
- 1.7. Расчет параметров маневрирования в вертикальной плоскости. Исследование параметров горки и пикирования самолета (с использованием приближенных подходов)

Указания:

1. Расчет параметров маневрирования выполняется только для высоты согласно варианту.
2. Горка и пикирование начинают (заканчивают) выполняться на высоте и числе  $M$  согласно варианту. Остальные параметры задаются студентом.

1.8. Расчет и анализ взлетно-посадочных характеристик самолета

1.9. Расчет километрового и часового расходов топлива в установившемся прямолинейном горизонтальном полете

Указания:

Выполняются расчеты для двух задач –

1. Самолет выполняет полет на заданными высотой, числом  $M$  и режимом работы двигателей. Строятся зависимости расходов от числа  $M$  полета для заданной вариантностью высоты полета и от высоты полета для заданного вариантностью числа  $M$  полета.
  2. Самолет выполняет горизонтальный прямолинейный полет с постоянной скоростью на заданными высотой, числом  $M$ . Строятся зависимости расходов от числа  $M$  полета для заданной вариантностью высоты полета и от высоты полета для заданного вариантностью числа  $M$  полета.
2. Расчет пилотажных характеристик самолета
- 2.1. Оценка степени продольной статической устойчивости самолета

Указания:

1. Расчет выполняется только для высоты согласно варианту.
- 2.2. Балансировочная диаграмма самолета по коэффициенту подъемной силы и нормальной перегрузке

Указания:

1. Расчет выполняется только для высоты и числа  $M$  согласно варианту.
- 2.3. Балансировочная диаграмма самолета в горизонтальном прямолинейном полете

Указания:

1. Расчет выполняется только для высоты согласно варианту.
- 2.4. Балансировочная диаграмма самолета в прямолинейном полете со скольжением

Указания:

1. Расчет выполняется только для высоты и числа  $M$  согласно варианту.

**ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ**

Список использованной литературы

#### 6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Курсовая работа выполнена в полном объеме; работа отличается глубиной	Курсовая работа выполнена в полном объеме; работа отличается глубиной	Курсовая работа выполнена в полном объеме и, в основном, правильно, но без	Курсовая работа не выполнена или выполнена не в полном объеме; при выполнении

<p>проработки всех разделов содержательной части; оформлена с соблюдением установленных правил; студент свободно владеет теоретическим материалом, безошибочно применяет его при решении задач, сформулированных в задании; на все вопросы дает правильные и обоснованные ответы, убедительно защищает свою точку зрения.</p>	<p>проработки всех разделов содержательной части; оформлена с соблюдением установленных правил; студент твердо владеет теоретическим материалом, может применять его самостоятельно или по указанию преподавателя; на большинство вопросов даны правильные ответы, защищает свою точку зрения достаточно обосновано.</p>	<p>достаточно глубокой проработки некоторых разделов; студент усвоил только основные разделы теоретического материала и применяет его при решении задач; на вопросы отвечает неуверенно или допускает ошибки, неуверенно защищает свою точку зрения.</p>	<p>работы допущены грубые ошибки; выставляется, когда студент не может защитить свои решения и не может пояснить порядок выполнения работы и подбора исходных данных, допускает грубые фактические ошибки при ответах на поставленные вопросы или вовсе не отвечает на них.</p>
---	--	--	---

## 7 Основная учебная литература

1. Кривель С. М. Динамика полета [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. М. Кривель, 2007. - 117.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-5545.pdf>

2. Кривель С. М. Динамика полета. Расчет летно-технических и пилотажных характеристик самолета : учебное пособие для вузов по направлению подготовки (бакалавриат) "Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей" / С. М. Кривель, 2016. - 189.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.com/book/87581#book>

3. Кривель С. М. Динамика полета. Расчет летно-технических и пилотажных характеристик самолета : учебное пособие / С. М. Кривель, 2018. - 192.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.com/book/116012>

4. Динамика полета : учебник для вузов по направлению 652500 "Гидроаэродинамика и динамика полета" / А. В. Ефремов [и др.]; под ред. Г. С. Бюшгенса, 2011. - 775.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Кривель С. М. Динамика полета. Расчет летно-технических и пилотажных характеристик автоматизированного самолета [Электронный ресурс] : учебное пособие по выполнению курсовой работы / С. М. Кривель, 2007. - 107.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-5544.pdf>

2. Кривель С. М. Динамика полета самолета : электронный курс / С. М. Кривель, 2022

[Сайт] – URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=4308>

## **9 Ресурсы сети Интернет**

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## **10 Профессиональные базы данных**

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Office Professional Plus 2013

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Компьютерный класс