

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»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №8 от 28 апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ДИНАМИКА ПОЛЕТА»

Направление: 25.03.01 Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей

Техническое обслуживание летательных аппаратов и авиационных двигателей

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Кривель Сергей Михайлович Дата подписания: 04.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Бобарика Игорь Олегович Дата подписания: 19.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

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

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность решать задачи профессиональной деятельности на основе применения знаний математических, естественных и технических наук	ОПК ОС-1.19

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.19	Разрабатывает рекомендации по повышению летно-технических характеристик пилотируемой авиационной техники и БПЛА	Знать основные понятия, аэродинамики, динамики полета, законы движения, управления и стабилизации ЛА на различных этапах полёта, процесс формирования аэродинамического облика самолета Уметь рассчитывать параметры движения и определять летно-технические характеристики ЛА на различных этапах полёта Владеть методиками определения летно-технических характеристик ЛА на различных этапах полёта

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Динамика полета» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Теоретическая механика», «Гидрогазодинамика», «Аэродинамика (прикладная)»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Системы самолета», «Безопасность полетов и сохранение летной годности», «Расследование авиапроисшествий»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	144	36	108

Аудиторные занятия, в том числе:	18	2	16
лекции	6	2	4
лабораторные работы	4	0	4
практические/семинарские занятия	8	0	8
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	122	34	88
Трудоемкость промежуточной аттестации	4	0	4
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет с оценкой, Курсовая работа		Зачет с оценкой, Курсовая работа

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 3

№ 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	Динамика полета. Летно-технические характеристики летательного аппарата	1	2					1	34	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 4

№ 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	Летно-технические характеристики и маневрирование самолета	2	2	1	4			1, 4	64	Устный опрос
2	Балансировка и понятие о динамических свойствах летательного аппарата.	3	2			1	8	2, 3	24	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								4	Зачет с оценкой, Курсовая

										работа
	Всего		4		4		8		92	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Динамика полета. Летно-технические характеристики летательного аппарата	Дисциплина "Динамика полета". Методические и содержательные основы дисциплины. Описание движения летательного аппарата в полете.

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Летно-технические характеристики и маневрирование самолета	Горизонтальный полет. Набор высоты и снижение. Пространственное маневрирование. Взлет и посадка. Дальность и продолжительность.
2	Балансировка и понятие о динамических свойствах летательного аппарата.	Балансировка летательного аппарата в продольном движении и боковом движении. Понятие о динамических свойствах в продольном и боковом движениях

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование летно-технических характеристик самолета	4

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 4

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Балансировка самолета	8

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов

1	Написание курсового проекта (работы)	40
2	Подготовка к зачёту	12
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	12
4	Проработка разделов теоретического материала	24

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: просмотр и обсуждение учебных видеофильмов, проблемная лекция, проблемная лабораторная работа (практическое занятие)

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 учебный год 3 | 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.

6.1.2 учебный год 4 | 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.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-1.19	Разрабатывает рекомендации по повышению летно-технических характеристик пилотируемой авиационной техники и БПЛА	Курсовая работа Зачет с оценкой

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 4, 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 километровой расход топлива (основные понятия и определения).
61. Влияние скорости полета на часовой расход топлива.
62. Влияние скорости полета на километровой расход топлива.
63. Влияние высоты полета на часовой расход топлива.
64. Влияние высоты полета на километровой расход топлива.
65. Порядок расчета часового и километрового расходов топлива в случае заданного режима работы двигателей (при известных высоте и числе M полета).
66. Порядок расчета часового и километрового расходов топлива в случае заданного режима полета самолета (заданы тангенциальная, нормальная скоростная перегрузки, высота и число M полета).
67. Уравнения движения самолета с учетом вращения вокруг центра масс.
68. Продольный момент самолета.
69. Понятие продольной статической устойчивости самолета по углу атаки (нормальной перегрузке).
70. Понятие продольной статической устойчивости самолета. Степень статической устойчивости самолета по углу атаки.
71. Понятие продольной статической устойчивости самолета. Влияние на нее конструктивных факторов самолета.
72. Понятие продольной статической устойчивости самолета. Влияние на нее эксплуатационных факторов.
73. Понятие статической устойчивости самолета по скорости. Критерии статической устойчивости самолета по скорости.
74. Понятие статической устойчивости самолета по скорости. Влияние на статическую устойчивость по скорости конструктивно-компоновочных и эксплуатационных факторов.
75. Продольная балансировка самолета. Балансировочное отклонение руля высоты (стабилизатора).
76. Продольная балансировка самолета по углу атаки (нормальной перегрузке). Балансировочная диаграмма устойчивого и неустойчивого по углу атаки самолетов.
77. Продольная балансировка самолета в прямолинейном горизонтальном полете.
78. Балансировочная диаграмма самолета в прямолинейном горизонтальном полете.
79. Понятие балансировочных диаграмм по перемещениям органов управления и усилиям на органах управления.
80. Статические характеристики управляемости самолета в продольном движении.
81. Силы и моменты, действующие на самолет в боковом движении.
82. Путевая статическая устойчивость самолета. Степень путевой статической устойчивости самолета.
83. Путевая статическая устойчивость самолета. Влияние конструктивно-компоновочных факторов на путевую статическую устойчивость.
84. Путевая статическая устойчивость самолета. Влияние эксплуатационных факторов на путевую статическую устойчивость.
85. Поперечная статическая устойчивость самолета. Степень поперечной статической устойчивости самолета.
86. Поперечная статическая устойчивость самолета. Влияние конструктивно-компоновочных факторов на поперечную статическую устойчивость.
87. Поперечная статическая устойчивость самолета. Влияние эксплуатационных

факторов на поперечную статическую устойчивость.

88. Балансировка самолета в установившемся прямолинейном полете со скольжением.
89. Балансировочная диаграмма самолета в установившемся прямолинейном полете со скольжением.
90. Статические характеристики управляемости самолета в боковом движении.
91. Балансировка самолета с несимметричной тягой.
92. Балансировочная диаграмма самолета в прямолинейном полете с несимметричной тягой.
93. Балансировка самолета с несимметричной тягой. Случай балансировки без крена.
94. Балансировка самолета с несимметричной тягой. Случай балансировки без скольжения.
95. Балансировка самолета с несимметричной тягой. Случай балансировки без отклонения руля направления.
96. Особенности управления самолета по крену.
97. Взаимодействие продольного и бокового движений. Кинематические перекрестные связи.
98. Взаимодействие продольного и бокового движений. Аэродинамические перекрестные связи.
99. Взаимодействие продольного и бокового движений. Инерционные перекрестные связи.
100. Самовращение самолета на закритических углах атаки.
101. Сваливание самолета.
102. Штопор самолета.
103. Динамика вертикального установившегося штопора.
104. Способы вывода самолета из штопора.

6.2.2.1.2 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.	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	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	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".

	учебного материала.	материала.	
--	---------------------	------------	--

6.2.2.2 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Курсовая работа выполняется по теме «Расчет летно-технических характеристик самолета».

На защиту представляется собственно текст курсовой работы и программы для ЭВМ (электронные документы, компьютерные модели и т.п.).

Защита проводится в виде собеседования преподавателя и студента.

Пример задания:

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.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

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

защищает свою точку зрения	обосновано.		
----------------------------	-------------	--	--

7 Основная учебная литература

1. Кривель С. М. Динамика полета. Расчет летно-технических и пилотажных характеристик самолета : учебное пособие / С. М. Кривель, 2020. - 192 с
2. 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.
2. Кривель С. М. Динамика полета [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. М. Кривель, 2007. - 117.
3. Динамика полета [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению заданий практических занятий / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 111.
4. Динамика полета [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 10.

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