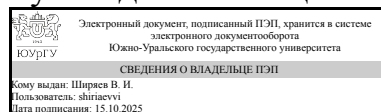


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель специальности



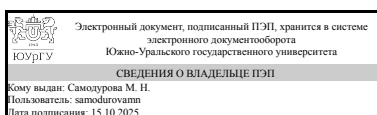
В. И. Ширяев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.09 Системы управления летательными аппаратами с элементами
искусственного интеллекта
для специальности 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
уровень Специалитет
форма обучения очная
кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

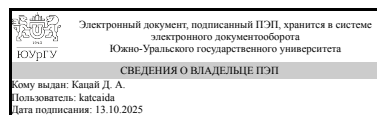
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами, утверждённым
приказом Минобрнауки от 04.08.2020 № 874

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., доц.



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



Д. А. Кацай

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: Сформировать у обучающихся систематизированные знания о принципах построения, методах проектирования и алгоритмах работы современных и перспективных систем управления (СУ) летательными аппаратами (ЛА), использующих методы искусственного интеллекта. Задачи дисциплины: - работа с математическими моделями ЛА; - реализация классических и интеллектуальных регуляторов; - моделирование работы СУ ЛА), использующих методы искусственного интеллекта, в среде MATLAB/Simulink.

Краткое содержание дисциплины

Основы систем управления ЛА и введение в искусственный интеллект. Методы искусственного интеллекта в контуре управления ЛА. Интеграция, применение и перспективы интеллектуальных СУ ЛА. Введение и основы моделирования ЛА. Знакомство с моделью ЛА на примере модели самолета и квадрокоптера. Нейросетевые регуляторы. Нечеткие и нейро-нечеткие регуляторы.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность определять структуру системы управления полетами ракет-носителей и космических аппаратов	Знает: принципы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта Умеет: применять искусственный интеллект в системах управления летательными аппаратами Имеет практический опыт: разработки математических моделей работы отдельных подсистем летательных аппаратов с элементами искусственного интеллекта

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.06 Оптимальные системы управления, 1.Ф.03 Нелинейные системы управления, 1.О.28 Устройство летательных аппаратов, 1.Ф.08 Статистическая динамика систем управления, 1.Ф.05 Фильтрация и идентификация в динамических системах, 1.Ф.02 Методы оптимизации	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
------------	------------

1.Ф.08 Статистическая динамика систем управления	Знает: методы статистической динамики Умеет: формировать оптимальные статистические системы обработки измерительной информации при определении структуры системы управления полетами РН и КА Имеет практический опыт: применять методы статистической динамики для решения инженерных задач
1.Ф.06 Оптимальные системы управления	Знает: способы проведения компьютерных испытаний по определению оптимальных параметров системы с использованием вычислительных средств, принципы формирования критериев оптимальности, основные теоретические принципы синтеза оптимальных систем Умеет: проводить и систематизировать компьютерные эксперименты для поиска оптимальных решений, выводить законы функционирования системы управления КА Имеет практический опыт: определения оптимального способа управления исходя из требований технического задания на систему управления полетами РН и КА, формулирования законов функционирования системы управления КА
1.Ф.05 Фильтрация и идентификация в динамических системах	Знает: алгоритмы фильтрации и идентификации в динамических системах Умеет: оценивать основные характеристики системы управления летательными аппаратами Имеет практический опыт: применения алгоритмов фильтрации и идентификации для решения инженерных задач
1.Ф.02 Методы оптимизации	Знает: методы оптимизации в системах управления летательными аппаратами Умеет: пользоваться методами определения оптимизации системы управления полетами РН и КА Имеет практический опыт: применения методов оптимизации для решения инженерных задач
1.Ф.03 Нелинейные системы управления	Знает: типовые нелинейные элементы, математические модели типовых нелинейных систем управления, методы анализа и синтеза нелинейных систем, методы исследования устойчивости и автоколебаний в нелинейных системах управления, методы обеспечения качества нелинейных систем Умеет: составлять математические модели нелинейных объектов управления, выполнять исследование нелинейных систем управления, осуществлять синтез нелинейных систем управления Имеет практический опыт: математического моделирования нелинейных систем управления с применением специализированных программных пакетов
1.О.28 Устройство летательных аппаратов	Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей, классификацию деталей и механизмов

	летательных аппаратов; основные требования к деталям, узлам и механизмам летательных аппаратов; общие принципы и правила конструирования деталей и узлов механизмов летательных аппаратов Умеет: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности, обосновывать выбор устройств в изделиях ракетно-космической техники; проводить конструирование деталей и узлов механизмов летательных аппаратов с использованием системного подхода Имеет практический опыт: управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, расчета параметров деталей и узлов механизмов летательных аппаратов; разработки рабочих и сборочных чертежей деталей и узлов механизмов летательных аппаратов
--	--

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		10
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,5	71,5
КМ5 Синтез нейросетевого адаптивного регулятора	7	7
КМ1 Анализ математической модели ЛА	7	7
КМ6 Разработка нечеткого регулятора	7	7
КМ4 Нейросетевая аппроксимация обратной динамики ЛА	7	7
Диф.зачет	8,5	8.5
КМ2 Синтез классического регулятора	7	7
КМ8 Синтез гибридной нейро-нечеткой системы	7	7
КМ3 Исследование робастности классического регулятора	7	7
КМ9 Проектное задание - комплексная система управления	7	7
КМ7 Сравнительный анализ методов интеллектуального управления	7	7

Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы систем управления ЛА и введение в искусственный интеллект	18	8	10	0
2	Методы искусственного интеллекта в контуре управления ЛА	26	16	10	0
3	Интеграция, применение и перспективы интеллектуальных СУ ЛА	20	8	12	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в интеллектуальные системы управления ЛА	2
2	1	Математические основы и архитектура систем управления ЛА	4
3	1	Введение в искусственный интеллект для задач управления	2
4	2	Нейросетевые регуляторы в системах управления	6
5	2	Нечеткие логические системы и гибридные нейро-нечеткие модели	6
6	2	Интеллектуальное управление на основе обучения с подкреплением	4
7	3	Интеллектуальные системы поддержки экипажа и обработки информации	2
8	3	Групповое интеллектуальное управление беспилотными летательными аппаратами (БПЛА)	2
9	3	Обеспечение надежности и безопасности интеллектуальных СУ ЛА	2
10	3	Перспективы и тренды развития интеллектуальных систем управления ЛА. Итоговое обобщение.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Знакомство с моделью ЛА	2
2	1	Линеаризация модели и анализ устойчивости	2
3	1	Классические и адаптивные системы управления	2
4	1	Анализ робастности классического регулятора	2
5	1	Простой адаптивный регулятор	2
6	2	Знакомство с инструментами создания нейронных сетей	2
7	2	Нейросетевая аппроксимация обратной динамики ЛА	2
8	2	Реализация нейросетевого прямого управления	2
9	2	Адаптивное управление на основе НС	2
10	2	Знакомство с нечеткой логикой	2
11	3	Разработка нечеткого регулятора для канала управления ЛА	2
12	3	Настройка нечеткого регулятора	2
13	3	Гибридная нейро-нечеткая система (АННС)	2

14	3	Формулировка задачи обучения с подкреплением для управления ЛА	2
15	3	Обучение агента методом Q-learning	2
16	3	Сравнительный анализ интеллектуальных систем управления	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
КМ5 Синтез нейросетевого адаптивного регулятора	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5-8088-1926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	7
КМ1 Анализ математической модели ЛА	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5-8088-1926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	7
КМ6 Разработка нечеткого регулятора	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5-8088-1926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	7
КМ4 Нейросетевая аппроксимация обратной динамики ЛА	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5-8088-1926-9. — Текст : электронный //	10	7

	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
Диф.зачет	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5- 8088-1926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	8,5
КМ2 Синтез классического регулятора	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5- 8088-1926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	7
КМ8 Синтез гибридной нейро-нечеткой системы	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5- 8088-1926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	7
КМ3 Исследование робастности классического регулятора	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5- 8088-1926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	7
КМ9 Проектное задание - комплексная система управления	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5- 8088-1926-9. — Текст : электронный //	10	7

	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
КМ7 Сравнительный анализ методов интеллектуального управления	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5- 8088-1926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	10	7

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се- местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи- тыва- ется в ПА
1	10	Текущий контроль	КМ1 Анализ математической модели ЛА	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6- 7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные	дифференцированный зачет

						ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
2	10	Текущий контроль	КМ2 Синтез классического регулятора	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	дифференцированный зачет
3	10	Текущий контроль	КМ3 Исследование робастности классического регулятора	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и	дифференцированный зачет

					обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
4	10	Текущий контроль	КМ4 Нейросетевая аппроксимация обратной динамики ЛА	1 10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда	дифференцированный зачет

						исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
5	10	Текущий контроль	КМ5 Синтез нейросетевого адаптивного регулятора	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	дифференцированный зачет
6	10	Текущий контроль	КМ6 Разработка нечеткого регулятора	1	10	Отлично: выставляется за логичное, последовательное изложение материала	дифференцированный зачет

						с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо: незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно: неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно: отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
7	10	Текущий контроль	КМ7 Сравнительный анализ методов интеллектуального управления	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда	дифференцированный зачет

						исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
8	10	Текущий контроль	КМ8 Синтез гибридной нейронечеткой системы	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	дифференцированный зачет
9	10	Текущий контроль	КМ9 Проектное задание - комплексная система управления	1	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала	дифференцированный зачет

						с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
10	10	Промежуточная аттестация	дифференцированный зачет	-	10	Отлично (10 баллов): выставляется за логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При ответе студент показывает глубокое знание вопросов темы, свободно оперирует данными, легко отвечает на поставленные вопросы. Хорошо (8-9 баллов): незначительные упущения при ответах. Удовлетворительно (6-7 баллов): неуверенность, слабое	дифференцированный зачет

						знание вопросов темы, не всегда исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы. Неудовлетворительно (менее 6 баллов): отсутствие ответов на поставленные вопросы по ее теме, незнание теории вопроса, принципиальные ошибки при ответе.	
--	--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Дифференцированный зачет проводится в письменной форме. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Студенту задается 5 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПК-1	Знает: принципы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта	+			+			+			+
ПК-1	Умеет: применять искусственный интеллект в системах управления летательными аппаратами		+			+			+		+
ПК-1	Имеет практический опыт: разработки математических моделей работы отдельных подсистем летательных аппаратов с элементами искусственного интеллекта			+			+			+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Ишлинский, А. Ю. Ориентация, гироскопы и инерциальная навигация А. Ю. Ишлинский; Акад. наук СССР, Отд-ние механики и процессов упр. - М.: Наука, 1976. - 672 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Системы управления летательными аппаратами с элементами искусственного интеллекта : учебное пособие / Ю. А. Антохина, Н. А. Овчинникова, Н. Н. Майоров [и др.]. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2024. — 222 с. — ISBN 978-5-8088-1926-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/497567 (дата обращения: 11.10.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)
4. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПВК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Контроль самостоятельной работы	538 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.
Практические занятия и семинары	529 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.
Лекции	529 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.
Самостоятельная работа студента	538 (36)	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.
Экзамен	538	Персональные компьютеры с доступом в сеть Интернет.

	(36)	
--	------	--