

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

«ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ»

Специальность: 24.05.07 Самолето-и вертолетостроение

Самолетостроение

Квалификация: Инженер

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Гущин Сергей Владимирович
Дата подписания: 08.06.2025

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

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Распопина Вера
Борисовна
Дата подписания: 11.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Проектирование испытательных стендов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-6 Способность и готовность к разработке средств технологического оснащения производства и мест их размещения	ПК-6.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-6.3	Способен разрабатывать средства материально-технического оснащения производства с учётом требований к размещению и технологии работы с ними	Знать Знать задачи, выполняемые испытательными стендами, принципы построения и расчета стендов для испытания систем и их элементов на воздействие гидрогазовых нагрузок, принципы построения и методы расчета устройств для измерения, оценки и анализа информации, принципы и методы эргономической оценки контрольно-испытательных стендов. Уметь Уметь самостоятельно изучать и осваивать новые технологические процессы, используемые при монтаже и испытаниях ла. самостоятельно изучать и осваивать новое оборудование, используемое при монтаже и испытаниях ЛА. Владеть Владеть основными методами составления принципиальных схем и проведения расчетов элементов кис, предназначенных для контроля и испытаний механических систем ЛА. основными методами составления принципиальных схем и проведения расчетов элементов кис, предназначенных для контроля и испытаний гидрогазовых систем ЛА.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Проектирование испытательных стендов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Гидропривод», «Общая электротехника и электроника», «Прочность конструкций», «Системы радиооборудования», «Системы приборного оборудования», «Технология монтажа и испытаний», «Производственная практика: технологическая (проектно-технологическая практика)»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: конструкторская практика», «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 10
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 10

№ 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	Основные требования, предъявляемые к контрольно-испытательным стендам, их разновидности и классификация.	1	2	1, 2	12			1, 2, 3, 4, 5	12	Отчет по лабораторной работе
2	Устройства для воспроизведения механических нагрузок используемые в	2	2					2, 5	5	Тест

	составе контрольно-испытательных стендов (КИС).									
3	Методы и средства воспроизведения переменных, циклически изменяющихся нагрузок.	3	2					2, 5	5	Тест
4	Комплексное использование механических нагружателей в конструкции КИС.	4	2					2, 5	5	Отчет по лабораторной работе
5	Методы и средства воспроизведения динамических нагрузок в КИС.	5	2					2, 5	5	Тест
6	Принципы построения и расчет стендов для испытания систем и их элементов на воздействие гидрогазовых нагрузок.	6	2	3	4			2, 5	6	Отчет по лабораторной работе
7	Общие вопросы проектирования контрольно-испытательных стендов.	7	2	5, 6, 7	12			1, 2, 3, 4, 5	16	Отчет по лабораторной работе
8	Проектирование пультов управления контрольно-испытательными стендами	8	2	4	4			2, 5	6	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой
	Всего		16		32				60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 10

№	Тема	Краткое содержание
1	Основные требования, предъявляемые к контрольно-испытательным стендам, их разновидности и классификация.	Требования к конструкции и технологичности. Задачи выполняемые испытательными стендами. Разновидности стендов по роду проверяемых параметров, по виду технологически самостоятельных элементов бортовых систем (БС).
2	Устройства для	Классификация механических нагружателей.

	воспроизведения механических нагрузок используемые в составе контрольно-испытательных стендов (КИС).	Воспроизведение статических нагрузок. Воспроизведение линейных законов нагружения. Пневмопружины, конструкция, основные расчетные соотношения. Нагружатели на механических пружинах, их конструкция характеристика, область применения
3	Методы и средства воспроизведения переменных, циклически изменяющихся нагрузок.	Методы определения режимов проведения испытаний. Испытания с одноступенчатым нагружением. Испытания с комбинированным нагружением. Многоступенчатые программные испытания.
4	Комплексное использование механических нагружателей в конструкции КИС.	Конструкции стендов для испытания гидроагрегатов, принципиальные схемы, принципы работы. Стенды для испытания механических систем, конструкция используемые симуляторы.
5	Методы и средства воспроизведения динамических нагрузок в КИС.	Основные показатели динамических нагрузок. Имитаторы массы для определения мгновенного импульса сил. Вертикальный способ. Траекторный метод. Маятниковый способ. Динамические поворотные установки. Тормозные устройства и имитаторы трения.
6	Принципы построения и расчет стендов для испытания систем и их элементов на воздействие гидрогазовых нагрузок.	Классификация гидрогазовых нагрузок. Законы изменения гидрогазовых нагрузок. Стенды для испытаний систем, узлов и агрегатов при воздействии гидрогазовых нагрузок.
7	Общие вопросы проектирования контрольно-испытательных стендов.	Учет требований охраны труда, техники безопасности, охраны окружающей среды. Применение стандартных и нормализованных элементов в компоновках стендов, автоматизация проектирования КИС
8	Проектирование пультов управления контрольно-испытательными стендами	Создание геометрической формы и габаритно - компоновочных размеров пульта. Выбор средств отображения информации. Выбор органов управления.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 10

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Универсальный гидравлический стенд. Универсальный гидравлический стенд. Изучение конструкции и принципа действия стенда. Изучение гидравлической и электрической схемы стенда.	8

2	Стенд для автоматического контроля электрожгутов. Изучение конструкции и принципа действия стенда. Проверка жгута на обрыв, короткое замыкание и перепутывание проводов.	4
3	Изучение принципа работы и конструкции галогенного течеискателя ПТИ-10	4
4	Эргономическая оценка контрольно-испытательных стендов. Изучение метода экспертной оценки эргономических характеристик.	4
5	Эргономическая оценка средств отображения информации (СОИ)	4
6	Эргономическая оценка органов управления (ОУ)	4
7	Эргономическая экспертиза инженерных решений	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 10

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	5
2	Подготовка к зачёту	25
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	6
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	6
5	Проработка разделов теоретического материала	18

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения: групповая дискуссия, разбор конкретных ситуаций, интерактивные лекции.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории, в которой имеются образцы испытательного оборудования, наглядные пособия и препарированные образцы элементов бортовых систем. Студенты изучают методические материалы, знакомятся с объектами испытаний и оборудованием. Используется ПК с выводом изображения на экран для демонстрации презентаций и видеороликов, иллюстрирующих

изучаемый материал.

Студенты получают задание для выполнения конкретных действий и выполнения расчетов по теме каждой работы.

По результатам выполнения работы оформляется отчет в соответствии с СТО 005-2020 ИРНИТУ.

Все материалы по лабораторным работам имеются в ЭОР

<https://el.istu.edu/course/view.php?id=162>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Рекомендуются следующие виды самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение разделов курса;
- подготовка к лабораторным работам (сдача теоретической части, т. е. ответы на контрольные вопросы);
- подготовка к зачету (работа с опорными конспектами, с учебной и специальной технической литературой по пройденным темам).

При подготовке к лабораторным занятиям, подготовке к сдаче зачета, самостоятельном изучении разделов курса используется основная и дополнительная литература.

Все материалы по курсу имеются в ЭОР <https://el.istu.edu/course/view.php?id=162>

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 10 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Преподаватель принимает отчет, оформленный в соответствии с СТО 005-2020 ИРНИТУ, задает контрольные вопросы по теме лабораторной работы. Оценивает ответы студента. Дает заключение о выполнении работы.

Лабораторная работа считается защищенной при наличии правильно оформленного отчета и уверенных ответах на контрольные вопросы.

Критерии оценивания.

Универсальный гидравлический стенд.

Вопросы для контроля:

1. Какие операции позволяет выполнять стенд?
2. Какое рабочее давление используется в стенде?
3. Какая рабочая жидкость используется в стенде?
4. Какие стимуляторы нагрузок имеются в стенде?
5. Какой вид контроля проводится на стенде с бустером?

Лабораторная работа считается защищенной при наличии правильно оформленного отчета и уверенных ответах на контрольные вопросы.

Стенд для автоматического контроля электрожгутов.

Преподаватель принимает отчет, оформленный в соответствии с СТО 005-2020 ИРНИТУ, задает контрольные вопросы по теме лабораторной работы. Оценивает ответы студента. Дает заключение о выполнении работы.

Вопросы для контроля:

1. На каком этапе производства электрожгуты проверяются на стенде?

2. Какие операции позволяет выполнять стенд?
3. Какой вид тока и напряжение используется в стенде?
4. Какие дефекты жгута позволяет выявить стенд?
5. Что происходит при обнаружении стендом одного из дефектов?

Изучение принципа работы и конструкции галогенного течеискателя ПТИ-10.

Вопросы для контроля:

1. Принцип работы гелиевого течеискания
2. Устройство течеискателя гелиевого ПТИ-10
3. Порядок работы с течеискателем гелиевым ПТИ-10
4. Для чего нужен высокий вакуум в масс-спектрометрической камере?
5. Чем обуславливается использование гелия-4 в качестве пробного газа?
6. Для чего служит и как устроена гелиевая течь Гелит-1
7. Функции и устройство азотной ловушки
8. Почему течеискатель называется масс-спектрометрическим?
9. Для чего в масс-спектрометрической камере используется индиевое уплотнение?
10. Для чего служит паромасляный насос?
11. За счет чего создаются криволинейные траектории движения ионов?
12. Что такое «пик гелия»?
13. Из-за чего может сгореть катод?
14. От каких параметров зависит радиус траектории движения ионов?
15. Для чего служит переключатель «Ток эмиссии»?

Эргономическая оценка контрольно-испытательных стендов.

Вопросы для контроля:

1. Что изучает антропометрия? Какие задачи, возникающие при проектировании ПУ, она решает?
2. Какие основные характеристики нормального распределения антропометрической величины и, вы знаете?
3. Что такое объем охвата, и каким образом он может быть задан?
4. Что такое перцентиль? Какие перцентили вы знаете?
5. Как определяется коэффициенты нижнего и верхнего отклонений, если объем охвата задан величиной g , граничными значениями $a('ахи а)'''$, граничными перцентильями p_{min} и p_{max} .
6. Как строятся формулы для определения величин b_1 , b_2 и h_1 , h_2 ?
7. Как за счет компоновки панели ПУ достичь высокой скорости управления технологическим процессом?
8. Каким образом при проектировании панели ПУ можно обеспечить наибольшую экономичность движения оператора?
9. Какие приемы при компоновке панелей обеспечивают соподчиненность и равновесие СОО и ОУ?

Эргономическая оценка средств отображения информации (СОО)

Вопросы для контроля:

1. С какой целью в испытательных стендах используют средства отображения информации?
2. Какие виды средств отображения информации (СОО) используются в стендах?
3. От чего зависит точность и скорость считывания показаний со шкалы прибора?
4. Какая форма шкалы предпочтительна по точности считывания информации?
5. В каких случаях используются звуковые сигнализаторы?

Эргономическая оценка органов управления (ОУ)

Вопросы для контроля:

1. Что такое «хиротехника»?
2. Какие виды органов управления используются в стендах?
3. Какие основные требования предъявляются к штурвалам?
4. Чему равен оптимальный угол наклона клавиатуры кнопочного пульта?
5. В чем заключается различие между выключателями и переключателями?
6. Какие основные требования предъявляются к проектированию форм рукояток инструментов и органов управления?

Эргономическая экспертиза инженерных решений

Вопросы для контроля:

1. Что такое эргономические требования предъявляются к системе «человек-машина» (СЧМ)?
2. Назовите основные группы эргономических требований.
3. Что такое "эргономическая экспертиза" и какова её цель?
4. На каких этапах проектирования проводится эргономическая экспертиза и что является ее объектом?
5. Назовите основные методы проведения эргономической экспертизы.
6. Что такое "единичный", "групповой" и "обобщенный" эргономический показатель качества?
7. Какие документы оформляются по результатам проведения эргономической экспертизы?
8. Какие нормативно-технические документы используются при проведении эргономической экспертизы?

6.1.2 семестр 10 | Тест

Описание процедуры.

Используется инструмент "Тест" в ЭОР <https://el.istu.edu/course/view.php?id=162>

Студенту случайным образом предлагаются 7-10 вопросов по пройденному материалу. Он должен выбрать правильные ответы из предложенных вариантов (один или несколько, в зависимости от типа вопроса).

Тест считается сданным при ответе не менее чем на 80% вопросов.

Критерии оценивания.

Устройства для воспроизведения механических нагрузок используемые в составе контрольно-испытательных стендов (КИС).

Примерные вопросы для контроля:

Какой вид нагрузки позволяют воспроизводить грузовые платформы?

статическую

повторно-статическую

динамическую

инерционную

К чему приводит увеличение объема ресивера, подключенного к пневмопружины? закон нагружения приближается к линейному закон нагружения приближается к степенному увеличивается развиваемая нагрузка уменьшаются габариты пневмопружины

По какому закону происходит сжатие газа в пневмопружине?

по изобарическому

по изотермическому

по изохорическому

по адиабатному

Какими способами можно воспроизвести переменную нагрузку при помощи гидроцилиндра?

используя специальные системы питания

используя на выходном штоке гидроцилиндра специальные кинематические схемы

используя реле давления используя обратные клапаны

Какими устройствами приводятся в рабочее состояние винтовые пружинные нагрузжатели?

гидроцилиндрами

электромагнитными клапанами

пневмоцилиндрами

винтовыми рукоятками

Какую схему торсионного нагрузжателя используют для уменьшения габаритов устройства?

"труба в трубе"

"коническая труба"

"квадратная труба"

"рычажная труба"

Какую деформацию при работе испытывает торсионный нагрузжатель?

изгиб

кручение

срез

изгиб с кручением

Методы и средства воспроизведения переменных, циклически изменяющихся нагрузок.

Вопросы для контроля:

Имитаторы массы воспроизводят,

...инерционные нагрузки

...аэродинамические нагрузки

...ударные нагрузки

...жесткость проводки управления

Для воспроизведения статических нагрузок используются,

...пневмопружины

...грузовые платформы

...имитаторы массы

...имитаторы жесткости

Для воспроизведения нагрузок, изменяющихся по линейному закону используются,

...имитаторы массы

...грузовые платформы

...пневмопружины

...торсионные нагрузжатели

Рессорные пружины воспроизводят.

...аэродинамические нагрузки

...инерционные нагрузки .

...ударные нагрузки

...жесткость проводки управления

Методы и средства воспроизведения динамических нагрузок в КИС.

Вопросы для контроля:

Для воспроизведения ударных нагрузок в стендах используют.

...энергию сил земного тяготения

...энергию сжатых пружин

...энергию пневмопружи

...энергию гидроподъемников

Повторно-переменные нагрузки

воспроизводят при помощи

...имитаторов массы

...гидроподъемников

...пневмопружи

...грузовых платформ

Отсутствующие управляемые объекты имитируют в стендах с помощью .

...пневмопружи

... грузовых платформ

...имитаторов массы

... гидроцилиндров

Торсионные нагружатели воспроизводят

... аэродинамические нагрузки

... инерционные нагрузки

... ударные нагрузки

... жесткость проводки управления

Какие виды испытательных стендов могут работать в ускоренном темпе?

...стенды для контроля работоспособности

...стенды входного контроля

...комбинированные стенды

...стенды для проверки надежности и ресурса

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
ПК-6.3	Демонстрирует устойчивые знания задач, выполняемых испытательными стендами, принципы построения и расчета стендов для испытания систем и их элементов на воздействие гидрогазовых нагрузок, принципы построения и методы расчета устройств для измерения, оценки и анализа информации,	Устное собеседование и (или) тесты и (или) практические задания

	принципы и методы эргономической оценки контрольно-испытательных стендов. Способен: самостоятельно изучать и осваивать новые технологические процессы и оборудование, используемое при монтаже и испытаниях ЛА. Владеет основными методами составления принципиальных схем и проведения расчетов элементов КИС, предназначенных для контроля и испытаний механических и гидрогазовых систем ЛА.	
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 10, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Дифференцированный зачет проводится в форме устного собеседования по всем пройденным материалам курса. Условием допуска к зачету является выполнение и защита всех лабораторных работ.

Пример задания:

Типовые вопросы к зачету по дисциплине «Проектирование испытательных стендов»

1. Классификация контрольно-испытательных стендов и их элементов.
2. Состав и назначение основных элементов контрольно-испытательных стендов (КИС).
3. Разновидности стендов по роду проверяемых параметров, по виду технологически самостоятельных элементов бортовых систем (БС).
4. Гидроцилиндры. Грузовые платформы. Назначение, принцип работы.
5. Пневмопружины одно-, двух-, трехполостной схемы. Назначение, принцип работы.
6. Варианты использования пневмонагружателей в конструкции КИС.
7. Воспроизведение линейных законов нагружения с использованием гидроцилиндров.
8. Воспроизведение линейных законов нагружения с использованием грузовых платформ и специальных кинематических схем.
9. Плоские пружины, конструкция, расчет, область применения.
10. Винтовые пружины, конструкция, расчет, область применения, примеры использования.
11. Торсионные нагружатели, конструкция, расчет, область применения.
12. Нагружатели на рессорных пружинах и имитаторы жесткости. Назначение, принцип работы.
13. Нагружатели на резиновых жгутах.

14. Виды испытаний на динамические нагрузки. Характер разрушений вызываемый этими нагрузками.
15. Средства воспроизведения повторяющихся нагрузок.
16. Варианты конструкций стендов для испытания систем управления полетом, принципиальные схемы, принципы работы.
17. Имитаторы массы, назначение, конструкция, расчет.
18. Достоинства и недостатки методов определения мгновенного импульса силы.
19. Виды инерционных нагрузок. Средства их воспроизведения.
20. Основные характеристики ударного импульса.
21. Виды энергии, используемые в ударных стендах. Схемы стендов для воспроизведения одиночных ударов.
22. Конструкция стендов для воспроизведения повторяющихся ударов.
23. Системы, узлы и агрегаты самолета, испытываемые на воздействие гидрогазовых нагрузок.
24. Виды стендов для испытания, трубопроводов и агрегатов, пневмо- и гидроаппаратуры.
25. Способы промывки трубопроводов и гидроагрегатов.
26. Промывочные стенды их конструкция и принципы работы.
27. Состав стендов для испытания на прочность и герметичность элементов бортовых систем.
28. Примеры комплексного использования различных имитаторов нагрузок.
29. Стенды входного контроля гидроагрегатов. Назначение, конструкция, принцип работы.
30. Эргономическая оценка контрольно-испытательных стендов. Метод экспертной оценки эргономических характеристик.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Способен аргументировано использовать средства воспроизведения внешних факторов в испытательном оборудовании. Понимает сущность основных методов проведения контроля и испытаний БС в условиях опытного и серийного производства. Свободно владеет основными навыками разработки	Способен использовать средства воспроизведения внешних факторов в испытательном оборудовании. Понимает сущность основных методов проведения контроля и испытаний БС в условиях опытного и серийного производства. Владеет основными навыками разработки технологических	Способен с подсказками использовать средства воспроизведения внешних факторов в испытательном оборудовании. Понимает сущность отдельных методов проведения контроля и испытаний БС в условиях серийного производства. С трудом владеет основными навыками разработки технологических процессов монтажа и испытаний ЛА.	Не способен использовать средства воспроизведения внешних факторов в испытательном оборудовании. Плохо понимает сущность основных методов проведения контроля и испытаний БС в условиях серийного производства. Слабо владеет основными навыками разработки технологических процессов монтажа и испытаний ЛА. Не способен находить решения поставленных задач при проектировании

технологических процессов монтажа и испытаний ЛА. Способен находить наиболее эффективные решения поставленных задач при проектировании испытательных стендов.	процессов монтажа и испытаний ЛА. Способен находить решения поставленных задач при проектировании испытательных стендов.	Способен с подсказками находить решения поставленных задач при проектировании испытательных стендов	испытательных стендов.
---	--	---	------------------------

7 Основная учебная литература

1. Гуцин С. В. Проектирование испытательных стендов : электронный курс / С. В. Гуцин, 2022
2. Гуцин С. В. Проектирование стендов для испытаний бортовых систем летательных аппаратов [Электронный ресурс] : курс лекций / С. В. Гуцин, 2007. - 68.
3. ЭОР "Проектирование испытательных стендов"
4. Промежуточные тесты по курсу и итоговый тест для дифференциального зачета.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Рожков В. Н. Контроль качества при производстве летательных аппаратов : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров 551000 "Авиа- и ракетостроение" / В. Н. Рожков, 2007. - 415.
2. Безопасность и надежность технических систем : учебное пособие для вузов по специальности "Испытание летательных аппаратов" / Л. Н. Александровская [и др.], 2008. - 375.

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. Siemens Femap with Nastran

2. MSC (Dytran, Easy5, MD Adams, MD Nastran, MSC Sinda, Patran, MSC.SOFY, Marc Marc Mental)_Academic Edition

3. Autodesk AutoCAD 2011, AutoCAD 2012 Commercial New NLM_Subscription (1 Year) GEN

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Универсальный гидравлический стенд
2. Установка для струйной промывки топливных емкостей
3. 315694Компрессор GM-TR-VX
4. Компрессор СБ 4ф 500
5. Стенд для проверки электрожгутов.
6. Бустер БУ-190
7. Бустер БА-10