

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



«Утверждаю»

Профессор по УМР

Л.О. Штриплинг

03 2017 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей

24.05.02 – Проектирование авиационных и ракетных двигателей

Разработана в соответствии с ООП по направлению подготовки: 24.05.02 – «Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

Специализация – «Проектирование жидкостных ракетных двигателей».

Программу составила:

доцент кафедры «Авиа- и ракетостроение»,

к.т.н., доцент

Л.И. Гречух

Обсуждена на заседании кафедры

«Авиа- и ракетостроение», протокол № 8 от 27 марта 2017 г.

Зав. кафедрой «Авиа- и ракетостроение»

к.т.н., доцент

А.Б. Яковлев

«27» 03 2017 г.

Руководитель ООП

Зав. кафедрой «Авиа- и ракетостроение»

к.т.н., доцент

А.Б. Яковлев

«27» 03 2017 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины. Целью преподавания дисциплины «Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей» является формирование у студентов знаний и навыков, необходимых в области проектирования и конструирования ракетных двигателей.

Основные задачи дисциплины

- 1) Освоить основы теории жидкостных ракетных двигателей.
- 2) Освоить методы проектирования деталей и узлов двигателя.
- 3) Получить сведения об основных ракетных топливах и их характеристиках.
- 4) Уметь определять нагрузки, действующие на элементы конструкции.
- 5) Овладеть инженерными методами расчета жидкостных ракетных двигателей.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей» относится к базовой части блока дисциплин. Студент, изучающий дисциплину «Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей», должен знать основные законы и понятия, изучаемые в дисциплинах: «Математика», «Физика», «Химия», «Механика жидкости и газа», «Термодинамика и теплопередача», «Основы теории жидкостных ракетных двигателей».

Дисциплины, изучаемые одновременно: «Общая теория авиационных и ракетных двигателей», «Теория и элементы систем управления летательных аппаратов», «Твердотельное моделирование ракетно-космической техники».

Последующие дисциплины: «Теория и проектирование турбонасосных агрегатов», «Испытание и обеспечение надежности ракетно-космической техники», «Динамика и прочность ракетных двигателей», «Автоматика и регулирование ракетных двигателей».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

3.1. В результате освоения дисциплины «Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей» должны быть сформированы следующие компетенции:

Шифр направления	Формируемая компетенция
24.05.02	способностью разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (ПК-2)
	участием в разработке эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов (ПК-4)
	способностью выполнять термо-прочностные расчеты и осуществлять конструирование деталей, узлов и элементов ЖРД (ПСК-3.3)
	способностью разрабатывать эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей жидкостных ракетных двигателей и энергетических установок, а также высокоэффективные теплообменные аппараты в составе жидкостных ракетных двигательных установок (ПСК-3.4)

3.2. В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать освоение указанными компетенциями по дескрипторам «знания, умения, владения», соответствующие тематическим модулям дисциплины, и применимые в их последующем обучении и профессиональной дея-

тельности:

Знать:

- З.1.** Основы разработки рабочей проектной и технической документации;
- З.2.** Основы разработки эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов;
- З.3.** Основы термо-прочностных расчетов;
- З.4.** Основы конструирования деталей, узлов и элементов ЖРД;
- З.5.** Основы расчета систем охлаждения;
- З.6.** Устройство и работу теплообменных аппаратов в составе жидкостных ракетных двигательных установок.

Уметь

- У.1.** Оформлять законченные проектно-конструкторские работы;
- У.2.** Разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты изделий и технологических процессов;
- У.3.** Выполнять термо-прочностные расчеты;
- У.4.** Конструировать детали, узлы и элементы ЖРД;
- У.5.** Разрабатывать эффективные системы охлаждения, обеспечивающие надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей ЖРД и энергетических установок;
- У.6.** Разрабатывать высокоэффективные теплообменные аппараты в жидкостных ракетных двигательных установках.

Владеть

- В.1.** Навыками разработки и оформления рабочей проектной и технической документации;
- В.2.** Навыками разработки эскизных, технических и рабочих проектов изделий и технологических процессов;
- В.3.** Навыками термо-прочностных расчетов;
- В.4.** Навыками конструирования деталей, узлов и элементов ЖРД;
- В.5.** Навыками разработки систем охлаждения, обеспечивающих надежный режим работы теплонапряженных узлов и деталей ЖРД и энергетических установок;
- В.6.** Навыками разработки высокоэффективных теплообменных аппаратов в составе жидкостных ракетных двигательных установок.

3.3. Проектируемые результаты и признаки формирования компетенций

Компетентностная модель дисциплины

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки	Технологии формирования компетенции
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)		
ПК-2	3.1	У.1	В.1	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3
ПК-4	3.2	У.2	В.2	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3
ПСК-3.3	3.3, 34	У.3, У4	В.3, В4	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3
ПСК-3.4	3.3, 36	У.5, У6	В.5, В6	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3

Средства и технологии оценки: 1 – Экзамен, 2 – Отчет по лабораторным работам, 3 – Отчет по практическим занятиям, 4 – Устный опрос, 5 – Курсовой проект

Технологии формирования компетенции: 1 – Информационно-развивающие технологии, 2 - Развивающие проблемно-ориентированные технологии, 3 – Личностно ориентированные технологии обучения

4. Объем дисциплины и виды учебной работы в часах и зачетных единицах

Очная форма обучения

Вид занятий	Всего (час / зач. ед.)	Семестры			
		7	8	9	10
Всего аудиторных занятий:	72		72		
Лекции	36		36		
Практические занятия	18		18		
Лабораторные занятия	18		18		
Самостоятельная работа:	108		108		
Самостоятельное изучение материала дисциплины и подготовка к аудиторным занятиям	58		58		
Курсовой проект	50		50		
Количество часов на экзамен	36		36		
Всего по дисциплине	216/6		216		
Вид аттестации за семестр	Экз.		Экз.		

5. Содержание дисциплины по модулям и видам учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины по модулям

1. Проектирование камеры сгорания ЖРД.
2. Проектирование охлаждения камеры сгорания ЖРД.

Содержание модулей	Форма обучения очная
	Кол часов Лек/СРС
Модуль 1. Проектирование камеры сгорания ЖРД	
Тепловой расчет камеры сгорания ЖРД.	2/4
Определение потребного объема КС, ее продольных и поперечных размеров. Краткая характеристика и назначение основных материалов КС ЖРД.	2/3
Проектирование конического и параболического сопел камеры сгорания ЖРД.	2/3
Форсуночная головка КС, типы наружных выпуклых днищ КС, их характеристика. Применяемые материалы и рекомендации к проектированию.	2/2

Плоские днища КС. Материалы. Расчет ширины кольца припоя в месте крепления форсунок к огневому плоскому днищу КС.	2/2
Классификация форсунок. Струйные форсунки ЖРД. Расчет струйных форсунок.	2/3
Струйные форсунки для генераторного газа. Форсунки с пересекающимися струями. Пример расчета струйной форсунки.	2/2
Центробежные форсунки. Работа форсунки. Геометрическая характеристика форсунки.	2/2
Коэффициент расхода форсунки. Влияние вязкости на работу форсунки.	2/4
Влияние конструктивных параметров форсунки. Влияние подогрева компонента топлива на работу форсунки.	2/4
Двухкомпонентные центробежные и двухкомпонентные струйные форсунки ЖРД (внешнего и внутреннего смещения). Влияние конструкции форсуночной головки на смесеобразование и удельный импульс тяги.	2/4
Размещение и крепление форсунок на форсуночной головке ЖРД. Рекомендации к проектированию форсуночной головки.	2/3
Проектирование двухкомпонентных центробежных форсунок ЖРД внешнего смещения.	2/4
Модуль 2. Проектирование охлаждения камеры сгорания ЖРД	
Теплообмен в ЖРД. Теплообмен при наружном охлаждении двигателя. Зависимость температуры газовой стенки от скорости движения охладителя.	2/4
Влияние поверхностного кипения охлаждающей жидкости, коэффициента теплопроводности материала КС, толщины стенки, давления и температуры в КС на величину температуры газовой стенки и суммарный удельный тепловой поток.	2/4
Эффективность компонента топлива как охладителя. Способы охлаждения ЖРД и формы охлаждающих трактов ЖРД.	2/3
Камеры сгорания трубчатой конструкции. Комбинированные КС. Теплоотдача в трубчатых КС.	2/3
Расчет охлаждения критического сечения КС.	2/4

Итого 36/58

5.2. Практические занятия

Основные цели: привитие студентам навыков в решении задач, в использовании справочной литературы и атласов, в подготовке студентов к самостоятельной работе при выполнении расчетов в курсовых работах, курсовых и дипломном проектах.

Содержание практических занятий	Часы
Модуль 1. Проектирование камеры сгорания ЖРД	
<i>Практическое занятие 1.</i> Проектирование днищ форсуночной головки КС ЖРД	2
<i>Практическое занятие 2.</i> Расчет струйных форсунок КС ЖРД	2
Модуль 2. Проектирование охлаждения камеры сгорания ЖРД	
<i>Практическое занятие 3.</i> Расчет проставок КС ЖРД	2

Модуль 1. Проектирование камеры сгорания ЖРД	
<i>Практическое занятие 4.</i> Тепловой расчет двигателя	2
<i>Практическое занятие 5.</i> Расчет на прочность кольца припоя в месте крепления форсунок к огневому днищу.	2
<i>Практическое занятие 6.</i> Проектирование форсуночной головки ЖРД с однокомпонентными центробежными форсунками.	2
<i>Практическое занятие 7.</i> Проектирование форсуночной головки ЖРД с однокомпонентными центробежными форсунками.	2
Модуль 2. Проектирование охлаждения камеры сгорания ЖРД	
<i>Практическое занятие 8.</i> Расчет охлаждения критического сечения КС ЖРД.	2
<i>Практическое занятие 9.</i> Расчет охлаждения критического сечения КС ЖРД.	2

Итого: 18

5.3. Лабораторные занятия

Основные цели: изучить конструкцию, устройство, принцип работы основных агрегатов и узлов двигателей ЛА; привить студентам навыки в использовании справочной литературы и атласов; подготовить студентов к самостоятельному выбору конструктивных решений в курсовом проектировании, в подготовке выпускной квалификационной работы.

Содержание лабораторных занятий	Часы
Модуль 1. Проектирование камеры сгорания ЖРД	
<i>Лабораторная работа 1.</i> Построение 3D модели проектируемого газогенератора ЖРД (с использованием конструктивного прототипа).	4
<i>Лабораторная работа 2.</i> Построение 3D модели газодинамического профиля КС ЖРД.	2
<i>Лабораторная работа 3.</i> Построение 3D модели отдельной форсунки на основании конструктивного прототипа проектируемого ЖРД.	2
<i>Лабораторная работа 4.</i> Построение 3D модели размещения форсунок по площади форсуночной головки КС.	2
<i>Лабораторная работа 5.</i> Построение 3D модели форсуночной головки камеры сгорания проектируемого ЖРД (с использованием конструктивного прототипа).	4
<i>Лабораторная работа 6.</i> Построение 3D модели камеры сгорания проектируемого ЖРД (с использованием конструктивного прототипа).	4

Итого: 18

6. Образовательные технологии

6.1. Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей» используются следующие образовательные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии.
2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии.
3. Личностно ориентированные технологии обучения.

Методы	Лекция	Практические	Лабораторные	СРС
--------	--------	--------------	--------------	-----

		занятия	работы	
Метод ИТ	+	+	+	+
Работа в команде		+	+	+
Case-study		+	+	
Проблемное обучение	+	+		
Контекстное обучение	+	+	+	+
Обучение на основе опыта	+	+	+	+
Индивидуальное обучение		+		+
Междисциплинарное обучение	+	+	+	+
Опережающая самостоятельная работа		+	+	+

6.2. Интерактивные формы обучения (в соответствии с положением П ОмГТУ 75.03-2012. «Об использовании в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий»)

№	Модуль	Применяемые технологии интерактивного обучения	Кол-во часов
1	Модуль 1, 2	Лекции Проблемное обучение, метод ИТ	8
2	Модуль 1	Лабораторные работы. Работа в команде (малых группах) СРС. Опережающая самостоятельная работа	2 2
3	Модуль 1, 2	Практические занятия. Case – Study СРС. Выполнение КП. Метод проектов.	2 2
Итого			16

Примечание. Объем часов занятий в интерактивной форме обучения (согласно П ОмГТУ 75.03-2012) должен составлять (20..40 %) от объема часов аудиторных занятий.

7. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа направлена на закрепление и углубление полученных теоретических и практических знаний, развитие навыков практической работы.

7.1. Объем СРС и распределение по видам учебных работ в часах

№	Вид СРС	Кол-во часов ⁷
1	Работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебников и учебных пособий.	22
2	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	36
3	Выполнение курсового проекта	50
Итого		108

⁷ Обоснование трудоемкости на выполнение СРС произведено на основании рекомендаций учебника «Управление факультетом» под ред. С.Д. Резника. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 695 с.

7.2. Курсовой проект, его характеристика. Цель курсового проектирования: укрепить знания, полученные студентом в теоретическом обучении, развить практические навыки в проектировании жидкостного ракетного двигателя и использовании вычислительной техники для решения инженерных задач, привить навыки самостоятельного изучения справочной и специальной литературы по предмету, приобрести навыки нахождения оптимальных, а также самостоятельных решений при разработке и конструировании узлов и агрегатов ЖРД.

Курсовой проект включает в себя расчетно-пояснительную записку объемом 35 – 40 страниц и графическую часть – 2 листа (формат А1).

Темы курсовых проектов

1. Проектирование камеры сгорания ЖРД.
2. Проектирование форсуночной головки камеры сгорания ЖРД.
3. Исследование массового совершенства проектируемого двигателя.
4. Исследование надежности охлаждения камеры сгорания ЖРД.

8. Методическое обеспечение системы оценки качества освоения программы дисциплины

К промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Теория и расчет жидкостных ракетных двигателей» могут привлекаться в качестве внешних экспертов: представители работодателей, преподаватели последующих дисциплин: «Теория и проектирование турбонасосных агрегатов», «Автоматика и регулирование ракетных двигателей».

8.1. Фонды оценочных средств (в соответствии с П ОмГТУ 73.05 «О фонде оценочных средств по дисциплине»)

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

- экзаменационные вопросы;
- вопросы и задания для практических занятий;
- вопросы для защиты лабораторных работ;
- варианты курсового проекта;
- вопросы к защите курсового проекта;
- задания для проведения занятий в интерактивной форме.

Оценка качества освоения программы дисциплины включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, итоговую аттестацию в форме экзамена.

Студентам предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса.

8.2. Контрольные вопросы по дисциплине

Модуль 1

1. Какие параметры определяют в ходе теплового расчета КС ЖРД?
2. Перечислите основные элементы конструкции КС ЖРД.
3. Какую размерность имеет удельный импульс тяги КС ЖРД?
4. Как называется минимальное сечение КС ЖРД?
5. В каком из сечений КС скорость продуктов сгорания максимальна?
6. В каком из сечений КС температура продуктов сгорания максимальна?

7. Какое из сечений КС является самым теплонапряженным?
8. Давление на срезе сопла КС больше, меньше, или равно наружному давлению для двигателя первой ступени баллистической ракеты с ЖРД?
9. Как проверяется условие изобаричности КС в тепловом расчете КС ЖРД?
10. Дать определение изобарической камере сгорания.
11. Какие экспериментальные параметры позволяют рассчитывать потребный объем камеры сгорания?
12. При каком условии расчетный объем камеры сгорания называют потребным?
13. Какие требования предъявляются к материалам внешней и внутренней стенки КС ЖРД?
14. Какая стенка КС ЖРД является несущей?
15. Приведите примеры марок материалов, используемых для изготовления КС ЖРД.
16. Сравните по эффективности и длине коническое и профилированное сопла ЖРД.
17. Какие способы профилирования сопла вы знаете?
18. Как называются три основных угла, характеризующих профиль и размеры сопла КС ЖРД?
19. Как называются сверхзвуковые сопла ЖРД, имеющие сужающуюся и расширяющуюся части?
20. Укажите область применения конических сопел в ЖРД.
21. Из каких конструктивных элементов состоит форсуночная головка КС ЖРД?
22. Назовите основные конструктивные типы жидкостных форсунок ЖРД?
23. Укажите область применения основных типов жидкостных форсунок ЖРД.
24. Какие параметры характеризуют конструкцию и работу жидкостных форсунок ЖРД?
25. Перечислите типы наружных выпуклых днищ КС ЖРД.
26. Дайте сравнительную оценочную характеристику основным типам наружных выпуклых днищ КС ЖРД.
27. Достоинства и недостатки плоских днищ КС ЖРД.
28. Какому условию должна отвечать расчетная ширина кольца припоя, устанавливаемого для крепления форсунок к огневому днищу КС ЖРД?
29. Одинаковы или различны материалы, из которых изготавливают огневое и среднее днища КС ЖРД?
30. Перечислите известные типы струйных форсунок ЖРД.
31. Каким образом улучшают тонкость распыла струйных форсунок ЖРД?
32. Какой расчетный параметр существенно влияет на тонкость распыла жидкостных форсунок?
33. Для чего требуется улучшать тонкость распыла жидкостных форсунок ЖРД?
34. Какой параметр существенно влияет на дальнобойность жидкостных форсунок ЖРД?
35. При проектировании КС ЖРД дальнобойность форсунок следует увеличивать или уменьшать?
36. Расскажите, что представляют собой форсунки для генераторного газа ЖРД.
37. Какие схемы размещения форсунок по площади форсуночной головки обычно применяют при проектировании струйной форсунки ЖРД?
38. За счет чего происходит образование вихря в полости центробежных жидкостных форсунок?
39. Является вихрь в полости центробежных жидкостных форсунок ЖРД полым или сплошным?
40. Назовите основные параметры, характеризующие работу центробежных жидкостных форсунок ЖРД.
41. Дайте определение геометрической характеристики центробежных жидкостных форсунок.
42. Дайте понятие о коэффициенте расхода центробежных жидкостных форсунок ЖРД.

43. Дайте понятие о влиянии вязкости на работу центробежных жидкостных форсунок ЖРД.
44. Дайте понятие о влиянии подогрева компонента на работу центробежных жидкостных форсунок ЖРД.
45. Дайте определение понятию «форсунки внешнего и внутреннего смешения» компонентов топлива.
46. Дайте понятие о влиянии конструкции форсуночной головки на смесеобразование и удельный импульс тяги ЖРД.
47. Расскажите о размещении и креплении форсунок на форсуночной головке КС ЖРД.
48. Какое основное допущение принимается при проектировании двухкомпонентных форсунок внешнего смешения?

Модуль 2

1. Дайте понятие о теплообмене в ЖРД.
2. Дайте определение понятию «наружное охлаждение ЖРД».
3. Дайте понятие о зависимости температуры газовой стенки от скорости движения охладителя.
4. Дайте определение понятию «температура газовой стенки».
5. Какие параметры влияют на величину температуры газовой стенки и суммарный удельный тепловой поток?
6. Какую размерность имеет удельный тепловой поток?
7. Как оценивается эффективность компонента топлива как охладителя?
8. Перечислите основные способы охлаждения ЖРД.
9. Дайте определение параметру «удельный тепловой поток».
10. Назовите основные формы охлаждающих трактов КС ЖРД.
11. В чем заключаются трудности применения проточного охлаждения для КС ЖРД малой тяги?
12. В каком случае возникает необходимость применения пояса завесы для охлаждения двигателя?
13. Что представляют собой КС ЖРД трубчатой конструкции?
14. Что представляют собой комбинированные КС ЖРД?
15. Охарактеризуйте теплоотдачу в трубчатых КС ЖРД.
16. Возможные схемы расположения входных коллекторов на КС?
17. Как формулируются условия надежного охлаждения двигателя?

9. Ресурсное обеспечение дисциплины

9.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лаборатория «Ракеты и ракетные двигатели». Макеты изделий 8К64, 8К84. Наглядные пособия: двигатели 3 шт., РД8, Д419, турбонасосный агрегат, узлы ЖРД, элементы автоматики подачи топлива. Мультимедийное оборудование: проектор, ноутбук, экран (ауд. 3-215).
2. Кафедральный компьютерный класс, 10 ПК на базе процессора Intel Pentium IV (ауд. 3-307).
3. Ракетные двигатели: Изд. № 1, 2, 3, 4.

9.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.2.1. Основная литература

1. Зеленцов В.В. Основы баллистического проектирования искусственных спутников Земли: учеб. пособие для вузов по специальности «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» / В.В. Зеленцов, В.П. Казаковцев. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 174 с.

- ✓ 2. Расчет на прочность ракетных конструкций: учеб. пособие/ И.Н. Гречух, И.Л. Гречух. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2008.-148 с.

9.2.2. Дополнительная литература

- ✓ 1. Дорофеев А.А. Основы теории тепловых ракетных двигателей. Теория, расчет и проектирование: учеб. для вузов по специальности "Авиа- и ракетостроение"/А. А. Дорофеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. - 463с.
- ✓ 2. Конструкция, работа и проектирование жидкостного газогенератора ЖРД: метод. указания к курсовому и диплом. проектированию / сост.: Л. И. Гречух, И. Н. Гречух. - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. - 38с.
- ✓ 3. Проектирование жидкостного ракетного двигателя: метод. указания к курсовому и диплом. проектированию/сост.: Л.И. Гречух, И.Н. Гречух - Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011.-66с.
- ✓ 4. Дипломное проектирование [Электронный ресурс]: метод. указания / сост.: Л. И. Гречух, И. Н. Гречух. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015.

9.2.3. Периодические издания

- ✓ 1. Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра. 2006 – 2017
- ✓ 2. Авиационные и ракетные двигатели: ЭРЖ. 1997-2017
- ✓ 3. Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 1993 – 2017
- ✓ 4. Новости космонавтики. 2005 – 2017
- ✓ 5. Полет. 2005 – 2017
- ✓ 6. Омский научный вестник. Серия. Приборы, машины и технологии. 2006 – 2017
- ✓ 7. Ракетостроение: ЭРЖ. 1977-1980
- ✓ 8. Ракетостроение и космическая техника: ЭРЖ. 1997-2016

9.2.4. Информационные ресурсы

- ✓ 1. ЭБС «АРБУЗ»
2. Научная электронная библиотека elibrary.ru
3. Интегрум
4. SPRINGER

К.О.

Согласованно:

Библиотека ОмГТУ

С.И. Гречух

(штамп КО и подпись зам. директора библиотеки)