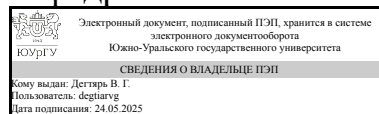


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



В. Г. Дегтярь

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.ПО.07.02 Конструкция двигательных установок летательных аппаратов

для направления 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

уровень Бакалавриат

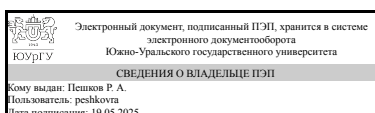
профиль подготовки Ракетостроение

форма обучения очная

кафедра-разработчик Двигатели летательных аппаратов

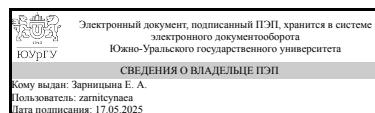
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утверждённым приказом Минобрнауки от 05.02.2018 № 71

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



Р. А. Пешков

Разработчик программы,
старший преподаватель



Е. А. Зарницына

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: способность составлять описания принципов действия и устройства двигательных установок летательных аппаратов с обоснованием принятых технических решений
Задачи: ознакомить обучающего с особенностями проектирования, принципами действий и устройства двигательных установок летательных аппаратов.

Краткое содержание дисциплины

Космическое движение. Энергосиловая установка ЛА. ДУ ЛА. Электроракетные двигатели. РДМТ. Ядерные двигатели. ЖРД, РДТТ. Разгонные блоки

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен проводить техническое сопровождение создания изделий ракетной и ракетно-космической техники с использованием твердотельного компьютерного моделирования в соответствии с единой системой конструкторской документации и на базе современных программных комплексов	Знает: компоновку, назначение, параметры двигательных установок ракетно-космической техники; состав и основные параметры жидких и твердых топлив; ПГС двигательных установок ракетно-космической техники и их состав; назначение, состав, конструкцию основных агрегатов двигателей летательных аппаратов Умеет: применять знания о реактивном движении и принципе действия двигателей летательных аппаратов в составе двигательных установок ракетно-космической техники; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования двигателей ракетно-космической техники Имеет практический опыт: применения основных соотношений теории реактивного двигателя, классифицирования двигателей летательных аппаратов и их агрегатов, работы на натурных образцах двигательных установок ракетно-космической техники с ЖРД, в том числе РДМТ, и РДТТ; выбора ракетных двигателей для ракетно-космических комплексов

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Устройство летательных аппаратов, Метрология, стандартизация и сертификация, Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)	Стартовые комплексы летательных аппаратов, Электрооборудование летательных аппаратов, Метод конечных элементов, Конструкция узлов и агрегатов летательных аппаратов, Компьютерный инженерный анализ конструкций авиационной и ракетной техники, Исполнительные устройства летательных аппаратов,

	Системы управления летательными аппаратами, Конечно-элементные модели авиационных и ракетных комплексов, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр), Производственная практика (проектно-конструкторская) (6 семестр)
--	---

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

Дисциплина	Требования
Метрология, стандартизация и сертификация	Знает: понятия и определения, используемые в метрологии, общие законы и правила измерений, обеспечение их единства, требуемой точности и достоверности, основы Государственной системы стандартизации, основные метрологические методы и средства измерения линейных и угловых величин, показатели качества продукции и методы ее оценки Умеет: организовывать измерительный эксперимент и правильно выбрать измерительную технику для конкретных измерений, обоснованно выбирать допуски и посадки типовых соединений; решать задачи размерного анализа; обоснованно выбирать и применять соответствующие конкретной ситуации положения законодательных актов и основополагающих документов по метрологии, стандартизации, сертификации Имеет практический опыт: выбора универсального измерительного средства в зависимости от требуемой точности параметра, проведения измерений и оценки погрешности измерений, оценки качества изделий
Устройство летательных аппаратов	Знает: 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: обосновывать выбор устройств в изделиях ракетно-космической техники; проводить конструирование деталей и узлов механизмов летательных аппаратов с использованием системного подхода Имеет практический опыт: расчета параметров деталей и узлов механизмов летательных аппаратов; разработки рабочих и сборочных чертежей деталей и узлов механизмов летательных аппаратов
Производственная практика (научно-исследовательская работа) (4 семестр)	Знает: системы и методы проектирования ракетно-космической техники; методики проведения расчетов при конструировании ракетно-космической техники, основные модели командообразования и факторы, влияющие на

	эффективность командной работы Умеет: вносить технические данные в облачную корпоративную систему для всесторонней оценки, проработки и корректировки в режиме реального времени, актуализировать ее, планировать и корректировать работу команды с учетом интересов, особенностей поведения и мнений ее членов Имеет практический опыт: разработки математических моделей реальных явлений и процессов, описывающих функционирование проектируемых составных частей, изделий ракетно-космической техники, организации совместной работы в команде для достижения поставленной цели.
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
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>	69,5	69,5
Проработка лекционного материала	29,5	29,5
Подготовка к контрольным точкам	40	40
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Космическое движение	3	3	0	0
2	Энергосиловая установка ЛА	3	3	0	0
3	ДУ ЛА	12	4	8	0
4	Электроракетные двигатели	4	2	2	0
5	РДМТ	10	4	6	0
6	Ядерные двигатели	2	2	0	0
7	ЖРД	20	8	12	0
8	РДТТ	8	4	4	0
9	Разгонные блоки	2	2	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	1.1. Общие сведения. 1.2. Законы движения небесных тел. 1.3. Переходы между орбитами. 1.4. Полет в космосе. 1.5. Работа элементов конструкции КА в условиях космического пространства. 1.6. Общие требования к КА.	3
2	2	2.1. Условия работы ЭСУ. 2.2. Требования к ЭСУ. 2.3. Состав ЭСУ. 2.4. Источники массы рабочего тела и энергии на борту КА	3
3	3	3.1. Классификация двигателей. 3.2. Источники массы рабочего тела для работы ДУ. 3.3. Способы ускорения. 3.3. Состав ДУ ЛА	4
4	4	4.1. Классификация ЭРД. 4.2. Принципиальные схемы ЭРД. 4.3. Основные узлы ЭРДУ. 4.4. Процессы в ЭРД. 4.5. Электротермические двигатели: 4.5.1. Теплообменные двигатели. 4.5.2. Электродуговые двигатели. 4.6. Электростатические двигатели: 4.6.1. Ионные двигатели. 4.7. Основные характеристики ЭРД	2
5	5	Назначение РДМТ. 5.1. Камеры сгорания ЖРДМТ. 5.2. Характеристики РДМТ	4
6	6	Введение. 6.1. Принципиальные схемы ЯРД. 6.2. Назначение, основные требования. 6.3. Пневмогидравлическая схема ЯРД. 6.4. Конструкции реакторов отечественных ЯРД. 6.5. Идеальный ядерный ракетный двигатель	2
7	7	7.1. Системы подачи топлива. 7.2. Состав ЖРД: камеры, ТНА, ГГ.	6
8	7	7.3. ЖРД: запуск, останов, регулирование	2
9	8	8. РДТТ: виды твердого топлива, состав РДТТ, элементы регулирования	4
12	9	Введение. 9.1. Классификация РБ. 9.2. Конструктивно-компоновочные схемы РБ. 9.3. ККС вариантов РБ, аналогичных ККС блокам серии «ДМ». 9.4. Разгонный блок спутника «Ямал». 9.5. Разгонный блок «Ястреб». РБ «Прорыв».	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	3	Изучение конструкций ДУ ЛА: баллистические ракеты, РН	6
2	3	Изучение конструкций ДУ КЛА	2
3	4	Изучение конструкций ЭРД	2
4	5	Изучение конструкций РДМТ: НИИМаш, Энергомаш, КБХМ	6
5	7	Изучение конструкций ЖРД: баллистические ракеты	6
6	7	Изучение конструкций ЖРД: РН различного класса	6
7	8	Изучение конструкций РДТТ: ЗУР, баллистические ракеты	4

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
Проработка лекционного материала	см. список дополнительной и основной	5	29,5

	литературы, конспект лекций		
Подготовка к контрольным точкам	см. список дополнительной и основной литературы, конспект лекций	5	40

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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	5	Текущий контроль	КТ1: Космическое движение	1	2	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 2 балла, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 1 балл, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	экзамен
2	5	Текущий контроль	КТ2: ЭДУ ЛА	1	2	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 2 балла, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 1 балл, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	экзамен
3	5	Текущий контроль	КТ3: Электроракетные двигатели	1	2	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 2 балла, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 1 балл, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	экзамен
4	5	Текущий контроль	КТ4: РДМТ	1	2	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 1 балла, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 1 балл, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	экзамен
5	5	Текущий контроль	КТ5: Ядерные двигатели	1	2	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 2 балла, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 1 балл, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	экзамен
6	5	Текущий контроль	КТ6: Разгонные блоки	1	2	Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 2 балла, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 1 балл, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	экзамен
7	5	Бонус	Б1: Доклад	-	5	Доклад производит выдающееся	экзамен

						впечатление и четко выстроен; автор прекрасно ориентируется в демонстрационном материале; показано владение специальным аппаратом; использованы общенаучные и специальные термины, сделаны четкие выводы - 5 баллов. Доклад четко выстроен, но есть неточности; автор ориентируется в демонстрационном материале; показано владение специальным аппаратом; использованы общенаучные и специальные термины, сделаны выводы - 4 балла. Доклад объясняет суть работы, но не полностью отражает содержание работы; представленный демонстрационный материал не полностью используется докладчиком и/или оформлен неграмотно; показано владение базовым аппаратом; выводы имеются, но не доказаны - 3 балла. Доклад не объясняет суть работы, демонстрационный материал при докладе не используется; не показано владение специальным и базовым аппаратом; выводы не доказаны - 1-2 балла	
8	5	Текущий контроль	ЖРД	1	10	5 вопросов. Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 2 балла, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 1 балл, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	экзамен
9	5	Текущий контроль	РДТТ	1	10	5 вопросов. Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 2 балла, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 1 балл, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	экзамен
10	5	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	10	5 вопросов. Дан правильный ответ на поставленный вопрос – 2 балла, Ответ на поставленный вопрос не полный или содержит не точности – 1 балл, Дан неверный ответ на поставленный вопрос, ответ отсутствует – 0 баллов.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Ответы на задания КРМ письменные, время подготовки ответа 25 минут. Вариант задания соответствует порядковому номеру студента в журнале. Бонус (доклад на предложенную тему) по желанию студента. Прохождение промежуточной аттестации	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: компоновку, назначение, параметры двигательных установок ракетно-космической техники; состав и основные параметры жидких и твердых топлив; ПГС двигательных установок ракетно-космической техники и их состав; назначение, состав, конструкцию основных агрегатов двигателей летательных аппаратов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: применять знания о реактивном движении и принципе действия двигателей летательных аппаратов в составе двигательных установок ракетно-космической техники; формулировать задания для расчета для расчета и конструирования двигателей ракетно-космической техники	+	+						+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: применения основных соотношений теории реактивного двигателя, классифицирования двигателей летательных аппаратов и их агрегатов, работы на натурных образцах двигательных установок ракетно-космической техники с ЖРД, в том числе РДМТ, и РДТТ; выбора ракетных двигателей для ракетно-космических комплексов	+	+	+	+	+			+	+	+

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. Бобков, В. Н. Космические аппараты. - М.: Воениздат, 1983. - 319 с. ил.
2. Конструирование автоматических космических аппаратов [Текст] Д. И. Козлов и др.; под ред. Д. И. Козлова. - М.: Машиностроение, 1996

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

1. Космические исследования науч. журн. Рос. акад. наук, Президиум РАН журнал. - М.: Наука, 1964-2011

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Двигательные установки космических летательных аппаратов: учебное пособие / С.Д. Ваулин, Ю.А. Барановская, Е.А. Зарницына. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2023. – 61 с.
2. Устройство жидкостных ракетных двигателей: учебное пособие / С.Д. Ваулин, Е.А. Зарницына, К.И. Хажиахметов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2022. – 63 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Двигательные установки космических летательных аппаратов: учебное пособие / С.Д. Ваулин, Ю.А. Барановская, Е.А. Зарницына. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2023. – 61 с.

2. Устройство жидкостных ракетных двигателей: учебное пособие / С.Д. Ваулин, Е.А. Зарницына, К.И. Хажихметов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2022. – 63 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Абрамов, И. П. Ракетно-космическая техника. Т. IV+22 : учебное пособие : в 2 книгах / И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин, Э. В. Алексеев ; под редакцией В. П. Легостаева. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Книга 2 — 2014. — 563 с. — ISBN 978-5-94275-621-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63258 (дата обращения: 05.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Абрамов, И. П. Ракетно-космическая техника : учебное пособие / И. П. Абрамов, И. В. Алдашкин, Э. В. Алексеев ; под редакцией В. П. Легостаева. — Москва : Машиностроение, [б. г.]. — Книга 2 — 2014. — 548 с. — ISBN 978-5-94275-621-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/63259 (дата обращения: 05.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Зеленцов, В. В. Конструктивно-компоновочные схемы разгонных блоков : методические указания / В. В. Зеленцов, Г. А. Щеглов. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 140 с. — ISBN 978-5-7038-4753-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/103280 (дата обращения: 05.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Белов, В. П. Сопловые блоки ракетных двигателей : учебное пособие / В. П. Белов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/157054 (дата обращения: 05.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Беляев, А. В. Средства выведения космических летательных аппаратов : учебное пособие / А. В. Беляев, В. В. Зеленцов, Г. А. Щеглов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 56 с. — ISBN 978-5-7038-2780-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/58421 (дата обращения: 05.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Минашин, А. Г. Основы теории и проектирования жидкостных ракетных двигателей малой тяги : учебное пособие : в 2 частях / А. Г. Минашин, Б. Б. Петрикевич ; под редакцией Б. Б. Петрикевича. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 2 — 2014. — 45 с. — ISBN 978-5-

			7038-4015-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/62055 (дата обращения: 05.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Туманов, А. В. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов : учебное пособие / А. В. Туманов, В. В. Зеленцов, Г. А. Щеглов. — 3-е изд. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 572 с. — ISBN 978-5-7038-4811-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106385 (дата обращения: 05.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Мухамедов, Л. П. Основы проектирования транспортных космических систем : учебное пособие / Л. П. Мухамедов. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 265 с. — ISBN 978-5-7038-4758-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/172808 (дата обращения: 05.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Белоусов, Л. Ю. Оценивание параметров движения космических аппаратов / Л. Ю. Белоусов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2002. — 214 с. — ISBN 5-9221-0317-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/48220 (дата обращения: 05.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Корянов, В. В. Основы теории космического полета : учебное пособие / В. В. Корянов, В. П. Казаковцев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, [б. г.]. — Часть 1 : Системы координат, расчет времени, невозмущенное движение — 2013. — 62 с. — ISBN 978-5-7038-3731-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/58407 (дата обращения: 05.05.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Шевченко, Г. Ю. Устройство и работа ракетного двигателя на твердом топливе : учебное пособие / Г. Ю. Шевченко, М. Г. Лукишин. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. — 74 с. https://e.lanbook.com/book/195208
12	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Твердотопливные регулируемые двигательные установки / Ю. С. Соломонов, А. М. Липанов, А. В. Алиев, А. А. Дорофеев. — Москва : Машиностроение, 2011. — 776 с. https://e.lanbook.com/book/3311
13	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Гречух, И. Н. Жидкостные ракетные двигатели : учебное пособие / И. Н. Гречух, Л. И. Гречух. — Омск : ОмГТУ, 2017. — 140 с. — ISBN 978-5-8149-2470-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Режим доступа: для авториз. пользователей https://e.lanbook.com/book/149080 .

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	306 (2)	Мультимедийное оборудование
Практические занятия и семинары	100 (2в)	Изделия УЦ РКТ