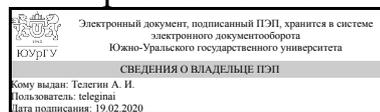


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Филиал г. Миасс  
Электротехнический



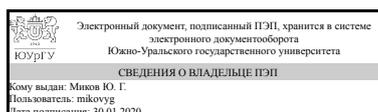
А. И. Телегин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА к ОП ВО от 26.06.2019 №084-2058

**дисциплины** Б.1.40 Диагностика технических систем  
**для специальности** 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов  
**уровень** специалист **тип программы** Специалитет  
**специализация** Ракетные транспортные системы  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Технология производства машин

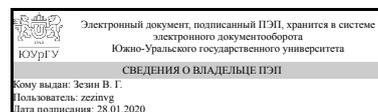
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



Ю. Г. Миков

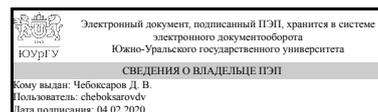
Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



В. Г. Зезин

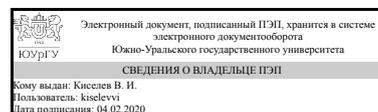
СОГЛАСОВАНО

Декан факультета разработчика  
к.техн.н., доц.



Д. В. Чебоксаров

Зав.выпускающей кафедрой  
Прикладная математика и  
ракетодинамика  
к.техн.н., доц.



В. И. Киселев

Миасс

## 1. Цели и задачи дисциплины

Овладение студантами знаниями в области диагностирования технического состояния сложных технических систем в процессе их длительной эксплуатации. Задачи - Изучение основ технической диагностики. - Ознакомление с процессами протекающих в материалах при длительной эксплуатации и с типичными повреждениями конструкции планера летательного аппарата получаемыми в процессе эксплуатации. - Ознакомление с методами неразрушающего контроля. - Освоение вибрационного метода диагностики на примере диагностирования технического состояния.

## Краткое содержание дисциплины

Основы технической диагностики. Процессы протекающие в материалах при длительной эксплуатации. Типичные повреждения конструкции планера летательного аппарата. Методы неразрушающего контроля. Вибрационная диагностика.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-34 способностью давать рекомендации и технические предложения по совершенствованию конструкций узлов, агрегатов и всего изделия в целом	Знать: Основы технической диагностики. Процессы, протекающие в материалах при длительной эксплуатации, и типичные повреждения конструкции планера летательного аппарата получаемые в процессе эксплуатации. Методы неразрушающего контроля.
	Уметь: Анализировать сигнал во временной и частотной области. Выбирать и планировать комплекс мероприятий для диагностики состояния подшипников качения. Диагностировать техническое состояние подшипников качения.
	Владеть: Математическим комплексом MathCad в части анализа сигналов во временной и частотной области
ПСК-1.1 способностью разрабатывать компоновочные схемы, определять состав и обосновывать выбор характеристик бортовых систем и двигательных установок ракет-носителей и баллистических ракет	Знать: Основы технической диагностики. Процессы, протекающие в материалах при длительной эксплуатации, и типичные повреждения конструкции планера летательного аппарата получаемые в процессе эксплуатации. Методы неразрушающего контроля.
	Уметь: Анализировать сигнал во временной и частотной области. Выбирать и планировать комплекс мероприятий для диагностики состояния подшипников качения. Диагностировать техническое состояние подшипников качения.
	Владеть: Математическим комплексом MathCad в части анализа сигналов во временной и

	частотной области
ПК-27 способностью с использованием компьютерных технологий проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	Знать: Основы технической диагностики. Процессы, протекающие в материалах при длительной эксплуатации, и типичные повреждения конструкции планера летательного аппарата получаемые в процессе эксплуатации. Методы неразрушающего контроля.
	Уметь: Анализировать сигнал во временной и частотной области. Выбирать и планировать комплекс мероприятий для диагностики состояния подшипников качения. Диагностировать техническое состояние подшипников качения.
	Владеть: Математическим комплексом MathCad в части анализа сигналов во временной и частотной области
ПК-31 способностью в соответствии с технической документацией проводить регламентные работы, находить и устранять технические неисправности изделий ракетно-космического комплекса	Знать: Основы технической диагностики. Процессы, протекающие в материалах при длительной эксплуатации, и типичные повреждения конструкции планера летательного аппарата получаемые в процессе эксплуатации. Методы неразрушающего контроля.
	Уметь: Анализировать сигнал во временной и частотной области. Выбирать и планировать комплекс мероприятий для диагностики состояния подшипников качения. Диагностировать техническое состояние подшипников качения.
	Владеть: Математическим комплексом MathCad в части анализа сигналов во временной и частотной области
ПК-26 способностью выбирать и проектировать аппаратуру, проводить диагностирование технического состояния конструкций, сооружений и технических систем	Знать: Основы технической диагностики. Процессы, протекающие в материалах при длительной эксплуатации, и типичные повреждения конструкции планера летательного аппарата получаемые в процессе эксплуатации. Методы неразрушающего контроля.
	Уметь: Анализировать ультразвуковой сигнал при теновом и эхо методах контроля. Анализировать сигнал во временной и частотной области. Выбирать и планировать комплекс мероприятий для диагностики состояния подшипников качения. Диагностировать техническое состояние подшипников качения.
	Владеть: Методиками дефектоскопии средствами УЗК, МПК и рентгеноконтроля. Математическим комплексом MathCad в части анализа сигналов во временной и частотной области

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.35 Прочность конструкций РКТ,	В.1.13 Основы патентных исследований,

Б.1.14 Сопротивление материалов	Б.1.46 Компьютерный инженерный анализ систем РКТ
---------------------------------	--

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

Дисциплина	Требования
Б.1.14 Сопротивление материалов	Знать: Основы технической диагностики. Процессы, протекающие в материалах при длительной эксплуатации, и типичные повреждения конструкции планера летательного аппарата получаемые в процессе эксплуатации. Методы неразрушающего контроля. Уметь: Анализировать сигнал во временной и частотной области. Выбирать и планировать комплекс мероприятий для диагностики состояния подшипников качения. Диагностировать техническое состояние подшипников качения. Владеть: Математическим комплексом MathCad в части анализа сигналов во временной и частотной области
Б.1.35 Прочность конструкций РКТ	Знать: Основы технической диагностики. Процессы, протекающие в материалах при длительной эксплуатации, и типичные повреждения конструкции планера летательного аппарата получаемые в процессе эксплуатации. Методы неразрушающего контроля. Уметь: Анализировать сигнал во временной и частотной области. Выбирать и планировать комплекс мероприятий для диагностики состояния подшипников качения. Диагностировать техническое состояние подшипников качения. Владеть: Математическим комплексом MathCad в части анализа сигналов во временной и частотной области

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		10
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60

Подготовка к зачету	60	60
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы технической диагностики	4	4	0	0
2	Процессы, протекающие в материалах при длительной эксплуатации	4	4	0	0
3	Типичные повреждения конструкции планера летательного аппарата	8	2	6	0
4	Методы неразрушающего контроля	6	4	2	0
5	Вибрационная диагностика	26	18	8	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Диагностика как основа обслуживания машин по их фактическому техническому состоянию. Основной принцип технической диагностики. Термины и определения. Разделы технической диагностики.	2
2	1	Основные этапы технической диагностики. Функциональная и тестовая диагностика. Методология технической диагностики. Выбор диагностического сигнала	2
3	2	Коррозия металлов. Усталость металлов.	2
4	2	Ползучесть. Релаксация. Разрушение	2
5	3	Повреждения элементов конструкции, возникающие при воздействии окружающей среды. Повреждения элементов конструкции, возникающие вследствие усталости материала.	2
6	4	Классификация методов неразрушающего контроля. Краткая характеристика Визуально-измерительных, радиационных, акустических, магнитных, капиллярных и вихретоковых методов неразрушающего контроля.	2
7	4	Классификация методов неразрушающего контроля. Краткая характеристика Визуально-измерительных, радиационных, акустических, магнитных, капиллярных и вихретоковых методов неразрушающего контроля.	2
8	5	Краткая характеристика вибрационного метода диагностики вращающегося оборудования.	1
9	5	Нормативная база вибрационного метода неразрушающего контроля	1
10	5	Анализ вибрации во временной области	1
11	5	Анализ вибрации во временной области	2
12	5	Анализ вибрации в частотной области	1
13	5	Анализ вибрации в частотной области	2
14	5	Технические средства измерения и анализа вибрации	2
15	5	Технические средства измерения и анализа вибрации	2
16	5	Мониторинг технического состояния	2
17	5	Диагностика подшипников качения	2
18	5	Диагностика подшипников качения	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	3	Исследование частей летательных аппаратов подверженных коррозионному и усталостному разрушению	2
2	3	Исследование частей летательных аппаратов подверженных коррозионному и усталостному разрушению	4
3	4	Определение оптимального метода диагностирования поверхностных и подповерхностных дефектов в конструкции шарового шарнира повеса стартового стола	2
4	5	Анализ сложного сигнала во временной области с использованием математического программного пакета MathCad	1
5	5	Анализ сложного сигнала во временной области с использованием математического программного пакета MathCad	1
6	5	Анализ сложного сигнала в частотной области с использованием математического программного пакета MathCad	1
7	5	Анализ сложного сигнала в частотной области с использованием математического программного пакета MathCad	1
8	5	Диагностирование дефектного состояния и динамики изменения дефектного состояния подшипника качения по результатам мониторинга спектра огибающей.	2
9	5	Диагностирование дефектного состояния и динамики изменения дефектного состояния подшипника качения по результатам мониторинга спектра огибающей.	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Лекции, основная и дополнительная литература	60

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Разбор конкретных ситуаций	Практические занятия и семинары	Исследование частей летательных аппаратов подверженных коррозионному и усталостному разрушению	4
Разбор конкретных ситуаций	Практические занятия и семинары	Диагностирование дефектного состояния и динамики изменения дефектного состояния подшипника качения по результатам мониторинга спектра огибающей.	2

Разбор конкретных ситуаций	Практические занятия и семинары	Определение оптимального метода диагностирования поверхностных и подповерхностных дефектов в конструкции шарового шарнира повеса стартового стола	2
Разбор конкретных ситуаций	Практические занятия и семинары	Анализ сложного сигнала во временной области с использованием математического программного пакета MathCad	4
Разбор конкретных ситуаций	Практические занятия и семинары	Анализ сложного сигнала в частотной области с использованием математического программного пакета MathCad	4

### **Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе**

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Разбор конкретных ситуаций	Исследование частей летательных аппаратов подверженных коррозионному и усталостному разрушению
Разбор конкретных ситуаций	Диагностирование дефектного состояния и динамики изменения дефектного состояния подшипника качения по результатам мониторинга спектра огибающей.
Разбор конкретных ситуаций	Определение оптимального метода диагностирования поверхностных и подповерхностных дефектов в конструкции шарового шарнира повеса стартового стола
Разбор конкретных ситуаций	Анализ сложного сигнала во временной области с использованием математического программного пакета MathCad
Разбор конкретных ситуаций	Анализ сложного сигнала в частотной области с использованием математического программного пакета MathCad

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

## **7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **7.1. Паспорт фонда оценочных средств**

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ПСК-1.1 способностью разрабатывать компоновочные схемы, определять состав и обосновывать выбор характеристик бортовых систем и двигательных установок ракет-носителей и баллистических ракет	Зачет	1-18
Все разделы	ПК-34 способностью давать рекомендации и технические предложения по совершенствованию конструкций узлов, агрегатов и всего изделия в целом	Зачет	1-18
Все разделы	ПК-27 способностью с использованием компьютерных технологий проводить лабораторные, стендовые и диагностические испытания, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты	Зачет	1-18
Все разделы	ПК-31 способностью в соответствии с технической документацией проводить регламентные работы,	Зачет	1-18

	находить и устранять технические неисправности изделий ракетно-космического комплекса		
Все разделы	ПК-26 способностью выбирать и проектировать аппаратуру, проводить диагностирование технического состояния конструкций, сооружений и технических систем	зачет	1-18

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Тестирование	Зачтено: выполнение более 45% тестового задания Не зачтено: не выполнение тестового задания

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое техническая диагностика?</li> <li>2. Каковы основные цели технической диагностики?</li> <li>3. Какие основные этапы в развитии средств оценки технического состояния машин и оборудования можно выделить?</li> <li>4. Что такое мониторинг и для чего он необходим?</li> <li>5. В чем заключается основной принцип технической диагностики?</li> <li>6. Какие направления можно выделить в технической диагностике и чем они заключаются?</li> <li>7. В чем заключаются основные этапы технической диагностики?</li> <li>8. Что такое функциональная и тестовая диагностика?</li> <li>9. В чем заключается методология технической диагностики?</li> <li>10. Особенности выбора диагностического сигнала?</li> <li>11. Что такое химическая коррозия. К каким последствиям приводит химическая коррозия?</li> <li>12. Что такое электрохимическая коррозия. К каким последствиям приводит электрохимическая коррозия?</li> <li>13. Что такое водородное охрупчивание. К каким последствиям приводит водородное охрупчивание?</li> <li>14. Разрушение от усталости. Структурные изменения от усталости?</li> <li>15. Что такое ползучесть. К каким последствиям приводит ползучесть?</li> <li>16. Что такое релаксация. К каким последствиям приводит релаксация?</li> <li>17. Каким повреждениям подвержены элементы конструкции, возникающие при воздействии окружающей среды?</li> <li>18. Каким повреждениям подвержены элементы конструкции, возникающие вследствие усталости материала?</li> </ol>

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Основы диагностики технических устройств и сооружений [Текст] : монография / Г. А. Бигус, Ю. Ф. Даниев, Н. А. Быстрова и др. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015

#### б) дополнительная литература:

1. Ёыду, К. А. Надежность, контроль и диагностика вычислительных машин и систем : учебное пособие для вузов по спец. "Вычислительные машины, комплексы, системы и сети" / К. А. Ёыду. - М. : Высшая школа, 1989. - 216 с.
2. Дианов, В. Н. Диагностика и надежность автоматических систем : учебное пособие / В. Н. Дианов. - М. : МГИУ, 2005. - 160 с. : ил.
3. Шалин, А. И. Надежность и диагностика релейной защиты энергосистем : учебник / А. И. Шалин. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002. - 384 с.
4. Ползунова, Н. Н. Исследование систем управления (диагностика) : учебное пособие для вузов / Н. Н. Ползунова, В. Н. Краев. - М. : Академический проект, 2006. - 240 с.

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

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Малкин, В.С. Техническая диагностика [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 272 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=64334](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64334)
2. Прошин, И.А. Идентификация объектов управления: рабочая тетрадь [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.А. Прошин, Н.Н. Руденко. — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2011. — 39 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=62654](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62654)
3. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 314 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2778](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2778)
4. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=56607](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56607)

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

5. Малкин, В.С. Техническая диагностика [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 272 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=64334](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64334)
6. Прошин, И.А. Идентификация объектов управления: рабочая тетрадь [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.А. Прошин, Н.Н. Руденко. — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2011. — 39 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=62654](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62654)
7. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 314 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2778](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2778)

8. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 240 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=56607](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56607)

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Малкин, В.С. Техническая диагностика [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 272 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64334">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64334</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
2	Основная литература	Носов, В.В. Диагностика машин и оборудования [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 376 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71757">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71757</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
3	Основная литература	Прошин, И.А. Идентификация объектов управления: рабочая тетрадь [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.А. Прошин, Н.Н. Руденко. — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2011. — 39 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62654">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=62654</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
4	Дополнительная литература	Белов, В.В. Распознавание нечётко определяемых состояний технических систем. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Белов, А.Е. Смирнов, В.И. Чистякова. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2012. — 138 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5120">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5120</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный
5	Основная литература	Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 314 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2778">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2778</a>	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Интернет / Свободный

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции		1. Процессор CEL-1700/ASUS P4BGL/256M/40G/DVD 2. Монитор SAMSUNG 17" SuncMaster 765 MB 3. Проектор Toshiba TDP-T95 4. Экран Matte White S 200x200 5. Колонки SVEN 611
Практические занятия и семинары		1. Процессор CEL-1700/ASUS P4BGL/256M/40G/DVD 2. Монитор SAMSUNG 17" SuncMaster 765 MB 3. Проектор Toshiba TDP-T95 4. Экран Matte White S 200x200 5. Колонки SVEN 611