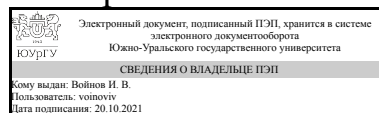


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета
Филиал г. Миасс
Электротехнический



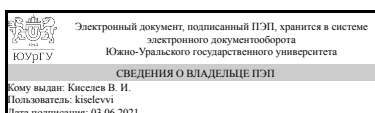
И. В. Войнов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.03.02 Динамические испытания
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 Прикладная математика и ракетодинамика

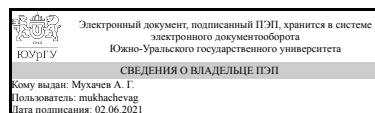
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов, утверждённым приказом Минобрнауки от 01.12.2016 № 1517

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



В. И. Киселев

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



А. Г. Мухачев

1. Цели и задачи дисциплины

Изучение теоретических основ динамики управляемого летательного аппарата и стандартных методов решения типовых задач расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций при динамическом нагружении.

Краткое содержание дисциплины

1. Краткий исторический очерк развития механики. 2. Роль динамики в общем процессе создания современных летательных аппаратов. 3. Принципы системного подхода, задачи курса. 4. Режимы нагружения конструкции летательного аппарата. 5. Виды предельного состояния частей и элементов конструкции при динамическом воздействии. 6. Расчетные случаи и расчетные условия нагружения конструкции аппарата. 7. Общая характеристика внешних воздействий на конструкцию. 8. Выбор динамической модели конструкции летательного аппарата. 9. Принципы динамической отработки конструкции на различных этапах проектирования летательного аппарата. 10. Теоретические основы метода конечных элементов. 11. Применение метода конечных элементов для формализованного описания поперечных колебаний упругих конструкций. 12. Применение метода конечных элементов для формализованного описания продольных колебаний упругих конструкций. 13. Описание колебаний с учетом диссипативных свойств конструкций. 14. Определение форм и частот собственных колебаний конструкций. 15. Расчет параметров вынужденных колебаний при детерминированном и случайном воздействиях. 16. Описание вынужденных колебаний конструкций на основе метода разложения по формам собственных колебаний. 17. Проектировочные методы определения внутренних силовых факторов. 18. Общие принципы оценки динамического совершенства конструкций и пути улучшения их динамических характеристик.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ПК-14 способностью разрабатывать организационно-техническую документацию на ремонтно-восстановительные и регламентные работы, мероприятия по консервации и расконсервации технологического оборудования, зданий и сооружений	Знать: Проблемы динамики деформируемых твердых тел, конструкций и сооружений;
	Уметь: Строить математические модели описания динамики конструкций ЛА;
	Владеть: Аналитическими и численными методами расчета параметров НДС конструкций ЛА при динамическом нагружении.
ПК-12 способностью разрабатывать технологический процесс изготовления изделий ракетно-космической техники	Знать: Проблемы динамики деформируемых твердых тел, конструкций и сооружений;
	Уметь: Строить математические модели описания динамики конструкций ЛА;
	Владеть: Аналитическими и численными методами расчета параметров НДС конструкций ЛА при динамическом нагружении.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.09 Теоретическая механика, Б.1.34 Строительная механика ракет, В.1.08 Теория колебаний и удара	Производственная практика, преддипломная практика (11 семестр)

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

Дисциплина	Требования
В.1.08 Теория колебаний и удара	Знать: проблемы динамики деформируемых твердых тел, конструкций и сооружений; Уметь: строить математические модели (теоретические и эмпирические) механических колебательных процессов; Владеть: методами решения задач о колебаниях конструкций (аналитическими, численными, экспериментальными).
Б.1.09 Теоретическая механика	Знать: основные законы теоретической механики, область их применения для основных применяемых при изучении механики моделей; Уметь: использовать базовые положения математики при решении задач статики, кинематики и динамики; Владеть: навыками самостоятельной работы в области решения инженерных задач на основе применения законов механики.
Б.1.34 Строительная механика ракет	Знать: как определять несущую способность и запасы прочности тонкостенных оболочечных конструкций и пластин, работающих на прочность и устойчивость; Уметь: разрабатывать требования в конструкторской документации по обеспечению контроля качества изготовления в части прочности; Владеть: методиками составления расчетных схем и методами расчета.

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
		8
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	60	60

Подготовка к экзамену	20	20
Подготовка к решению задач	40	40
Вид итогового 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	Роль динамики в общем процессе создания современных летательных аппаратов. Принципы системного подхода, задачи курса.	2	2	0	0
2	Режимы нагружения конструкции летательного аппарата. Виды предельного состояния частей и элементов конструкции при динамическом воздействии. Расчетные случаи и расчетные условия нагружения конструкции аппарата.	4	2	2	0
3	Общая характеристика внешних воздействий на конструкцию. Основные особенности ракеты как динамической системы. Выбор динамической модели конструкции летательного аппарата.	4	2	2	0
4	Принципы динамической отработки конструкции на различных этапах проектирования летательного аппарата.	2	2	0	0
5	Теоретические основы метода конечных элементов. Применение метода конечных элементов для формализованного описания поперечных колебаний упругих конструкций.	6	2	4	0
6	Применение метода конечных элементов для формализованного описания продольных колебаний упругих конструкций. Описание колебаний с учетом диссипативных свойств конструкций.	4	2	2	0
7	Определение форм и частот собственных колебаний конструкций.	6	2	4	0
8	Расчет параметров вынужденных колебаний при детерминированном и случайном воздействиях.	4	2	2	0
9	Описание вынужденных колебаний конструкций на основе метода разложения по формам собственных колебаний.	8	2	6	0
10	Проектировочные методы определения внутренних силовых факторов.	4	2	2	0
11	Общие принципы оценки динамического совершенства конструкций и пути улучшения их динамических характеристик.	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Роль динамики в общем процессе создания современных летательных аппаратов. Принципы системного подхода, задачи курса.	2
2	2	Режимы нагружения конструкции летательного аппарата. Виды предельного состояния частей и элементов конструкции при динамическом воздействии. Расчетные случаи и расчетные условия нагружения конструкции аппарата.	2
3	3	Общая характеристика внешних воздействий на конструкцию. Основные особенности ракеты как динамической системы. Выбор динамической модели конструкции летательного аппарата.	2
4	4	Принципы динамической отработки конструкции на различных этапах проектирования летательного аппарата.	2

5	5	Теоретические основы метода конечных элементов. Применение метода конечных элементов для формализованного описания поперечных колебаний упругих конструкций.	2
6	6	Применение метода конечных элементов для формализованного описания продольных колебаний упругих конструкций. Описание колебаний с учетом диссипативных свойств конструкций.	2
7	7	Определение форм и частот собственных колебаний конструкций.	2
8	8	Расчет параметров вынужденных колебаний при детерминированном и случайном воздействиях.	2
9	9	Описание вынужденных колебаний конструкций на основе метода разложения по формам собственных колебаний.	2
10	10	Проектировочные методы определения внутренних силовых факторов.	2
11	11	Общие принципы оценки динамического совершенства конструкций и пути улучшения их динамических характеристик.	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Колебания систем со многими степенями свободы	2
2	3	Продольные колебания стержней	2
3	5	Крутильные колебания стержней	4
4	6	Изгибные колебания балок	2
5	7	Колебания оболочек	4
6	8	Построение стержневых динамических моделей конструкций ЛА	2
7	9	Построение оболочечных динамических моделей конструкций ЛА	6
8	10	Конечно элементное моделирование конструкций ЛА	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 решению задач	Основы расчета и конструирования деталей и механизмов летательных аппаратов : учебное пособие для втузов / Н. А. Алексеева, Л. А. Бонч-Осмоловский, В. В. Волгин и др. ; Под ред. В. Н. Кестельмана, Г. И. Рощина. - М. : Машиностроение, 1989. - 456 с.	40
Подготовка к экзамену	Основы расчета и конструирования деталей и механизмов летательных аппаратов : учебное пособие для втузов / Н. А. Алексеева, Л. А. Бонч-Осмоловский, В. В. Волгин и др. ; Под ред. В. Н. Кестельмана, Г. И. Рощина. - М. : Машиностроение, 1989. - 456 с.	20

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	Разбор конкретных ситуаций в решении различных задач	24

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Разбор конкретных ситуаций	Решение задач, отработка навыков
Разбор конкретных ситуаций	Разбор конкретных ситуаций в решении различных задач

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	ПК-12 способностью разрабатывать технологический процесс изготовления изделий ракетно-космической техники	Экзамен	1-18
Все разделы	ПК-14 способностью разрабатывать организационно-техническую документацию на ремонтно-восстановительные и регламентные работы, мероприятия по консервации и расконсервации технологического оборудования, зданий и сооружений	Экзамен	1-18
Общая характеристика внешних воздействий на конструкцию. Основные особенности ракеты как динамической системы. Выбор динамической модели конструкции летательного аппарата.	ПК-14 способностью разрабатывать организационно-техническую документацию на ремонтно-восстановительные и регламентные работы, мероприятия по консервации и расконсервации технологического оборудования, зданий и сооружений	Решение задач 1	См. приложение
Принципы динамической отработки конструкции на различных этапах проектирования летательного аппарата.	ПК-14 способностью разрабатывать организационно-техническую документацию на ремонтно-восстановительные и регламентные работы, мероприятия по консервации и расконсервации технологического оборудования, зданий и сооружений	Решение задач 2	См. приложение
Теоретические основы метода конечных элементов. Применение	ПК-12 способностью разрабатывать технологический процесс изготовления	Решение задач 3	См. приложение

метода конечных элементов для формализованного описания поперечных колебаний упругих конструкций.	изделий ракетно-космической техники		
Применение метода конечных элементов для формализованного описания продольных колебаний упругих конструкций. Описание колебаний с учетом диссипативных свойств конструкций.	ПК-14 способностью разрабатывать организационно-техническую документацию на ремонтно-восстановительные и регламентные работы, мероприятия по консервации и расконсервации технологического оборудования, зданий и сооружений	Решение задач 4	См. приложение

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Экзамен	Экзамен проводится в устной форме по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет включает в себя 2 вопроса, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 0,5 часа. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 10 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20.	Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %
Решение задач 1	После объяснения теоретического материала, студентам выдается практическое задание. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное выполнение соответствует 10 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задач 2	После объяснения теоретического материала, студентам выдается практическое задание. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное выполнение соответствует 10 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задач 3	После объяснения теоретического материала, студентам выдается практическое задание. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг

	ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное выполнение соответствует 10 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	обучающегося за мероприятие менее 60 %
Решение задач 4	После объяснения теоретического материала, студентам выдается практическое задание. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Правильное выполнение соответствует 10 баллам. Частично правильный ответ соответствует 5 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 10. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 % Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Экзамен	<ol style="list-style-type: none"> 1. Роль динамики в общем процессе создания современных летательных аппаратов. 2. Принципы системного подхода. 3. Режимы нагружения конструкции летательного аппарата. 4. Виды предельного состояния частей и элементов конструкции при динамическом воздействии. 5. Расчетные случаи и расчетные условия нагружения конструкции аппарата. 6. Основные особенности ракеты как динамической системы. 7. Выбор динамической модели конструкции летательного аппарата. 8. Принципы динамической отработки конструкции на различных этапах проектирования летательного аппарата. 9. Теоретические основы метода конечных элементов. 10. Применение метода конечных элементов для формализованного описания поперечных колебаний упругих конструкций. 11. Применение метода конечных элементов для формализованного описания продольных колебаний упругих конструкций. 12. Описание колебаний с учетом диссипативных свойств конструкций. 13. Определение форм и частот собственных колебаний конструкций. 14. Расчет параметров вынужденных колебаний при детерминированном и случайном воздействиях. 15. Описание вынужденных колебаний конструкций на основе метода разложения по формам собственных колебаний. 16. Проектировочные методы определения внутренних силовых факторов. 17. Общие принципы оценки динамического совершенства конструкций 18. Пути улучшения динамических характеристик конструкций
Решение задач 1	ЛР-1,2.pdf
Решение задач 2	ЛР-1,2.pdf
Решение задач 3	ЛР-3,4.pdf
Решение задач 4	ЛР-3,4.pdf

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Динамика ракет : учебник для студентов вузов / К. А. Абгарян, Э. Л. Калязин, В. П. Мишин и др. - М. : Машиностроение, 1990. - 464 с. : ИЛ.
2. Основы расчета и конструирования деталей и механизмов летательных аппаратов : учебное пособие для вузов / Н. А. Алексеева, Л. А. Бонч-Осмоловский, В. В. Волгин и др. ; Под ред. В. Н. Кестельмана, Г. И. Рощина. - М. : Машиностроение, 1989. - 456 с. : ИЛ
3. Икрин, В.А. Сопротивление материалов с элементами теории упругости и пластичности : учебник для студентов строителей / В.А.Икрин. - М.: Издательство АСВ, 2005. - 424с.: ил.

б) дополнительная литература:

1. Динамика механизмов : учебное пособие по курсу "Теория механизмов и машин" / А. А. Головин, Ю. В. Костикова, А. Б. Красовский и др. ; под ред. А. А. Головина. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001
2. Проектирование и испытания баллистических ракет / Под ред. В. И. Варфоломеева, М. И. Копытова. - М. : Воениздат, 1970. - 367 с.
3. Елисеев, В. Н. Теплообмен и тепловые испытания материалов и конструкций аэрокосмической техники при радиационном нагреве [Текст] : монография / В. Н. Елисеев. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014

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

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Основы расчета и конструирования деталей и механизмов летательных аппаратов : учебное пособие для вузов / Н. А. Алексеева, Л. А. Бонч-Осмоловский, В. В. Волгин и др. ; Под ред. В. Н. Кестельмана, Г. И. Рощина. - М. : Машиностроение, 1989. - 456 с. : ИЛ

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Основы расчета и конструирования деталей и механизмов летательных аппаратов : учебное пособие для вузов / Н. А. Алексеева, Л. А. Бонч-Осмоловский, В. В. Волгин и др. ; Под ред. В. Н. Кестельмана, Г. И. Рощина. - М. : Машиностроение, 1989. - 456 с. : ИЛ

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Голованов, А.И. Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций [Электронный ресурс] : / А.И. Голованов, О.Н. Тюленева, А.Ф. Шигабутдинов. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 389 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50293
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная	Горшков, А.Г. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] : / А.Г. Горшков, Э.И. Старовойтов, Д.В. Тарлаковский.

		система издательства Лань	— Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2002. — 415 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47541
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Голушко, С.К. Прямые и обратные задачи механики упругих композитных пластин и оболочек вращения [Электронный ресурс] : монография / С.К. Голушко, Ю.В. Немировский. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 428 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47560
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Каледин, В.О. Моделирование статики и динамики оболочечных конструкций из композиционных материалов [Электронный ресурс] : / В.О. Каледин, С.М. Аульченко, А.Б. Миткевич [и др.]. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2014. — 196 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59702
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ишлинский, А.Ю. Математическая теория пластичности [Электронный ресурс] : монография / А.Ю. Ишлинский, Д.Д. Ивлев. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2003. — 699 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47537
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Синильщиков, В.Б. Динамика конструкций: приближённые и аналитические методы: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Б. Синильщиков, О.В. Андреев. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова (Балтийский государственный технический университет «Военмех» имени Д.Ф. Устинова), 2010. — 132 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64112
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Маркин, А.А. Термомеханика упругопластического деформирования [Электронный ресурс] : / А.А. Маркин, М.Ю. Соколова. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2013. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59648
8	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Основы проектирования летательных аппаратов (транспортные системы) : учебное пособие для технических вузов / В. П. Мишин, В. К. Безвербый, Б. М. Панкратов и др. ; под ред. А. М. Матвиенко, О. М. Алифанова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 2005. — 375 с. + Электронный ресурс.

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

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
Практические занятия и семинары	305 (5)	Мультимедийный (ММ) и интерактивный информационный комплекс «Строительная механика и динамика конструкции ЛА; MATLAB, Simulink 2013b (Math Works: б/н от 21.01.14) Office*
Лекции	305 (5)	CEL-1700/ASUS P4BGL/256M PC2100/40.0 G SG 7200/FDD/A313U/KB/M/Монитор 17” Samsung 743N