

Министерство науки и высшего образования РФ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и ИКТ

С.А. Матвеев

2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.1.2 Прикладные задачи динамики стартовых комплексов
(наименование дисциплины)

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ: 24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника»
(указывается код и наименование направления подготовки)

НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ: 05.07.06 «Наземные комплексы, стартовое оборудование и эксплуатация летательных аппаратов»
(указывается наименование направленности)

КВАЛИФИКАЦИЯ: Исследователь. Преподаватель-исследователь

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: очная

ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ: зачет
(Зачет / Дифференцированный зачет / Экзамен)

Санкт-Петербург – 2018

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

24.06.01 «Авиационная и ракетно-космическая техника»

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Программу составили:

Кафедра А4 Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов

Синильщиков В.Б., доцент, к.т.н., доцент

Ф.И.О., должность, ученая степень, ученое звание

Эксперт(ы):

Зам. дир. научно-производственного комплекса по научной работе - начальником ракетно-исследовательского отдела АО «ИПР «Ракетмаш», к.т.н. Синильщиков В.Б.

Программа рассмотрена на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы А4 Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов

(индекс и наименование кафедры-разработчика рабочей программы)

«31» 10 2018 г. Заведующий кафедрой А4 Долбенков В.Г. к.т.н. /

(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)

(подпись)

Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП) 240000 Авиационная и ракетно-космическая техника

(индекс)

(полное наименование направления) (№ протокола)

«31» 10 2018 г. Председатель УМК по УГНиСП Сырцев А.Н., д.вн, снс/

(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)

(подпись)

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 10 2018 г. Директор библиотеки Сесина Н.В.

(Ф.И.О., уч.степень, уч.звание)

(подпись)

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Целью освоения дисциплины является изучение физических процессов и явлений, определяющих динамику стартовых комплексов (СК), на различных этапах их эксплуатации, а также методов расчета и способов снижения динамических нагрузок на элементы СК.

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих общепрофессиональных для направления компетенций:

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области авиационной и ракетно-космической техники (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в области авиационной и ракетно-космической техники, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области авиационной и ракетно-космической техники с учетом правил соблюдения авторских прав (ОПК-3).

Дисциплина вносит вклад в формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью собирать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области ракетно-космической техники и технологии (ПК-1);
- способностью и готовностью с помощью компьютерной техники планировать и проводить научные эксперименты, обрабатывать, анализировать и оценивать результаты исследований, способностью с помощью компьютерной техники обрабатывать, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ПК-2);
- способностью принимать участие в фундаментальных и прикладных исследованиях по решению проблем, возникающих при проектировании и опытно-конструкторских разработках (ПК-3);
- способностью и готовностью разрабатывать математические модели, описывающие процессы, происходящие в разрабатываемых ракетно-космических комплексах, выбирать методы их решений и анализировать полученные результаты (ПК-5);
- способностью и готовностью применить на практике алгоритмические языки, уметь разрабатывать и отлаживать программы (ПК-6).

В результате освоения дисциплины (модуля) аспиранты будут:

знать:

- научно-технические основы динамики стартовых комплексов при транспортировке, воздействии поражающих средств, подъеме ракеты и старте;
- основные требования к динамическим процессам в стартовых комплексах и накладываемые на них ограничения;

уметь:

- выявлять основные процессы и факторы, которые необходимо учитывать при расчетах динамических процессов для сложных конструкций и систем;
- разрабатывать математические модели, описывающие динамические процессы;
- реализовывать математические модели на компьютере с использованием прикладных программных пакетов;

владеть:

- навыками работы с научной и справочной литературы при проведении расчетов;
- навыками организации и проведения расчетов, анализа результатов и выбора схемных решений и параметров, направленных на снижение нагрузок;

приобретут опыт деятельности:

- проведения расчетов в области динамики стартовых комплексов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина относится к базовой части программы аспирантуры.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы (з.е.) или 70 академических часов (час), в том числе 2 часа аудиторных занятий и 70 часов самостоятельной работы. Дисциплина имеет теоретический характер и ориентирована на профессиональную подготовку аспиранта

Изучение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах: «Численные методы проектирования», «Инженерные пакеты прикладных программ», «Теоретическая механика», «Динамика конструкций», «Гидравлика», «Теория амортизации систем», «Системы ударовиброзащиты».

3. Виды учебной работы и тематическое содержание дисциплины (модуля)

3.1 Виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоёмкость, акад. час
Аудиторные занятия, в том числе:	2
Лекционные занятия (ЛЗ)	2
Научно-практические занятия (НПЗ)	-
Семинары (С)	-
Исследовательские лабораторные работы (ИЛР)	-
Индивидуальные консультации (К)	-
Самостоятельная работа (СР), в том числе:	70
Выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ (РИР)	-
Выполнение отдельных исследовательских заданий (ИЗ)	24
Подготовка рефератов (Р)	-
Самостоятельное изучение тем с использованием литературы (СИ)	46
Всего:	72

3.2. Содержание дисциплины (модуля) по разделам и видам учебной работы

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля)	Трудоемкость по видам учебной работы (час.)							Формы само- стоя- тельной работы
		все- го	очная форма обучения						
			ЛЗ	НПЗ	ИЛР	С	К	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1-й семестр								
1	Раздел 1. Общая характеристика задач динамики стартовых комплексов. Используемые математические модели. Ограничения и способы их выполнения	1	1	-	-	-	-	-	-
2	Раздел 2. Динамика катапультного старта ракеты космического назначения с самолета. Описание схемы старта Требования к системе. Нульмерный подход к расчету параметров газа в полостях системы. Математическая модель термогазодинамических процессов. Учет теплотерь. Уравнения движения. Математическая модель процессов торможения при использовании пневматического и механического тормозов. Алгоритмы расчетов с подбором заряда по условию заданной перегрузки или усилия. Учет случайных факторов. Варьируемые параметры. Примеры расчетов. Сравнение схем с одноступенчатым и двухступенчатым ПАД.	11	-	-	-	-	-	11	СИ, ИЗ
3	Раздел 3. Динамика гидродемпферов и гидропневматических амортизаторов. Общая характеристика процессов в гидродемпферах с дроссельным и клапанным регулированием при ударном и высокочастотном нагружении. Понятие о вибропроводимости гидродемпферов. Механизмы вибропроводимости. Забросы давления на начальной стадии нагружения. Уровни математического моделирования гидродемпфера. Модели, основанные на модели несжимаемой жидкости и использовании стационарной характеристики клапана. Нульмерный подход. Учет динамики клапана. Оценка гидродинамических сил, действующих на покоящийся и движущийся клапан. Учет инерционности истечения. Использование системы уравнений динамики слабосжимаемой жидкости в одномерной постановке. Проблема автоколебаний клапана и методы ее решения.	8	-	-	-	-	-	8	СИ
4	Раздел 4. Динамика ускоренного подъема ТПК в вертикальное положение при помощи пневмогидравлического вытеснителя. Описание схемы подъема при использовании ПАД и ВАД. Требования к системе. Динамическая схема. Математические модели процессов в газовых и гидравлических полостях. Процессы при переключении ступеней и их математическое описание. Силы трения в уплотнениях цилиндров и цапфах. Условия рассмотрения конструкций рамы, стрелы, ТПК и изделия как балок. Динамическая модель системы. Вывод уравнений движения через принцип Гамильтона. Учет взаимодействия опор с грунтом. Методы расчета динамики балок переменного сечения: метод разложения по собственным формам и метод конечных разностей. Определение начальных условий. Предварительное определение параметров системы. Порядок окончательного определения параметров с использованием программы Vitesnitel. Примеры расчета.	16	-	-	-	-	-	16	СИ, ИЗ
	Всего за 1-й семестр	36	1	-	-	-	-	35	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2-й семестр								
5	<p><i>Раздел 5. Динамика подвижных установок при движении.</i> Динамические схемы подвижных установок при наличии и отсутствии вторичного поддрессирования груза. Понятие о макропрофиле и микропрофиле. Микропрофиль как случайный процесс. Способы его описания: набор реализаций, спектральная плотность, автокорреляционная функция. Статистические характеристики микропрофиля для типовых видов дорог. Способы формирования реализаций по статистическим характеристикам. Математическая модель взаимодействия шины с поверхностью дороги. Радиус качения и коэффициент буксования. Деформация дорожного покрытия под шинами. Определение нормальной и касательной составляющих реакции покрытия. Учет деформаций шины. Определение реакций упругих элементов, гидравлических и гидропневматических амортизаторов подвески. Математические модели движения неподдрессированных масс. Математическая модель работы двигателя. Частичная и внешняя характеристики. Приведенный момент инерции вращающихся масс. Математическая модель движения груза на амортизаторах. Математические модели амортизаторов груза для пневмодемпфирующих, пневмогидравлических амортизаторов и постельной системы амортизации. Уравнения движения груза. Общая система уравнений динамики. Способы определения начальных условий. Возможные упрощения. Способ определения максимальной скорости движения.</p>	20	1	-	-	-	-	19	СИ, ИЗ
6	<p><i>Раздел 6. Динамика подвижных установок при воздействии ударной волны ядерного взрыва.</i> Характеристики ударной волны и спутного потока за ней. Формула Садовского. Общая характеристика нестационарных газодинамических процессов при взаимодействии ударной волны с плоской стенкой при различных углах наклона. Динамическая схема подвижной установки при воздействии ударной волны. Типовые законы изменения вертикальной и горизонтальной аэродинамических сил. Физическая картина процессов деформации грунта под опорами при разных сочетаниях вертикальной и горизонтальной реакций. Стадии деформации грунта: упругая деформация, уплотнение, пластический сдвиг, потеря несущей способности. Понятие о предельном равновесии грунта. Реологическая модель нестационарного взаимодействия штампа с упругим полупространством. Реологическая модель нестационарного взаимодействия штампа с основанием при наличии пластических деформаций уплотнения и сдвига. Модель сопротивления якоря с учетом пригрузки от опор. Взаимное влияние опор. Общая математическая модель взаимодействия опор с грунтовым основанием. Математическая модель изгибных, сдвиговых и крутильных колебаний установки. Математическая модель амортизаторов ТПК. Математическая модель системы «ТПК-изделие», как эквивалентных балок. Способы задания начальных условий.</p>	16	-	-	-	-	-	16	СИ
	Всего за 2-й семестр	36	1	-	-	-	-	35	
	Итого:	72	2	-	-	-	-	70	

Примечание: ЛЗ – лекционное занятие, НПЗ – научно-практические занятия, ИЛЗ – исследовательские лабораторные занятия работа, С – семинары, К – индивидуальные консультации; СР – самостоятельная работа обучающихся, СИ – самостоятельное изучение тем с использованием литературы, РИР – выполнение комплексных расчетно-исследовательских работ;

3.3 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раз-дела	№ лек-ции	Основное содержание	Кол-во часов	Литера-тура
1	1	Общая характеристика задач динамики стартовых комплексов. Используемые математические модели. Ограничения и способы их выполнения	1	1-4 (ОЛ)
5	2	Общая характеристика задач динамики подвижных установок при движении. Ограничения на скорость и их физическая природа. Общая характеристика математических моделей движения	1	1(ОЛ), 4-5 (ДЛ) 1 (ЭР)
Итого:			2	

Примечание: ОЛ – основная литература; ДЛ – дополнительная литература, ЭР – электронные ресурсы

Программой дисциплины практические / семинарские / лабораторные занятия/ не предусмотрены.

3.4 Перечень занятий, проводимых в активной и интерактивной формах

Программой дисциплины занятия, проводимые в активной и интерактивной формах не предусмотрены.

4. Перечень заданий для самостоятельной работы

Таблица 4

Задания	Срок выдачи (№ недели)	Срок сдачи (№ недели)	Номера разделов дисциплины (модуля)
1. Выполнение исследовательского задания «Расчет динамики катапультного старта РКН с самолета; выбор заряда и основных параметров системы»	2	7	2
2. Выполнение исследовательского задания «Расчет динамики ускоренного подъема ТПК в вертикальное положение при помощи пневмогидравлического вытеснителя; выбор основных параметров системы»	11	18	4
3. Выполнение исследовательского задания «Расчет плавности движения подвижной пусковой установки на марше»	19	30	5

5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию в форме зачета

5.1 Текущий контроль успеваемости по дисциплине

Контрольные мероприятия текущего контроля

Таблица 5

Вид контрольного мероприятия	Наименование	Срок проведения (№ недели)	Контролируемый объем (№№ разделов)
Защита исследовательского задания №1	«Расчет динамики катапультного старта РКН с самолета; выбор заряда и основных параметров системы»	8	2

Защита исследовательского задания №2	«Расчет динамики ускоренного подъема ТПК в вертикальное положение при помощи пневмогидравлического вытеснителя; выбор основных параметров системы»	18	4
Защита исследовательского задания №3	«Расчет плавности движения подвижной пусковой установки на марше»	31	5

5.2 Оценочные средства промежуточной аттестации

Для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине образован фонд оценочных средств в виде вопросов на зачет.

Примерные вопросы на зачет:

1. Виды и иерархия математических моделей, используемых для расчета динамики стартовых комплексов.
2. Нульмерный подход к расчету термогазодинамических процессов в полостях газовых приводов. Основные допущения. Общие уравнения.
3. Математическая модель динамики катапультирования ракеты космического назначения с самолета.
4. Математические модели гидродемпферов. Условия применения
5. Общая характеристика процессов в гидродемпферах. Факторы, влияющие на вибропроводимость, забросы давления и автоколебания клапанов.
6. Математические модели динамики ускоренного подъема с использованием пневмогидравлического вытеснителя: процессы в газовых и гидравлических полостях.
7. Математические модели динамики ускоренного подъема с использованием пневмогидравлического вытеснителя: уравнения динамики. Принцип вывода. Учет жестких и упругих связей.
8. Динамика подвижных установок при движении. Динамическая схема. Общая характеристика динамических процессов.
9. Математические модели взаимодействия колеса с опорной поверхностью.
10. Методы построения реализаций микропрофиля дорожной неровности.

5. Образовательные технологии по дисциплине

Обучение по дисциплине ведется с применением лекций-консультаций

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:
– использование мультимедийных материалов – презентация материала с использованием проектора.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература:

Таблица 6

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1	Круглов Ю.А., Зюзликов В.П., Синильщиков Б.Е.	Системы катапультирования ракет	БГТУ	2010

	Синильщиков В.Б.			
2	Круглов Ю.А., Храмов Б.А., Кабанов Э.Н. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: учебное пособие	Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: учебное пособие	БГТУ	2010
3	Синильщиков В.Б., Андреев О.В.	Динамика конструкций: приближенные и аналитические методы: учебное пособие	БГТУ	2010

6.2 Дополнительная литература:

Таблица 7

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
1	2	3	4	5
1	Агейкин Я.С.	Проходимость автомобилей	Машиностроение	1981
2	Андреева Ж.Н., Агошков О. Г., Белов А. В.	Динамика конструкций военно-технических комплексов: учебное пособие для вузов.	БГТУ	2006
3	Круглов Ю.А., Зюзликов В.П., Синильщиков Б.Е., Синильщиков В.Б.	Расчет динамических и газогидродинамических процессов в приводах подъема с газовым аккумулятором: учебное пособие.	БГТУ	2005
4	Попов Д.Н.	Механика гидро- и пневмоприводов	МГТУ им. Баумана	2002
5	Тарасик В.П.	Теория движения автомобиля: учебник для ВУЗов.	БХВ-Петербург	2006
6	Труханов В. М., Зубков В. Ф., Крыхтин Ю. И., Желтобрюхов В. Ф.	Трансмиссии гусеничных и колёсных машин	Машиностроение	2001
7	Труханов В. М.	Сложные технические системы типа подвижных установок. Разработка и организация производства	Машиностроение	1993
8	Цытович Н.А.	Механика грунтов (краткий курс).	Высшая школа,	1979
9	Зюзликов В.П., Синильщиков Б.Е., Синильщиков В.Б., Дудин С.М.	Моделирование микропрофиля дорожной неровности http://library.voenmeh.ru/elres/elr00897.pdf	БГТУ	2007
10	Круглов Ю.А., Зюзликов В.П., Синильщиков Б.Е., Синильщиков В.Б.	Расчет динамических и газогидродинамических процессов в приводах подъема с газовым аккумулятором: учебное пособие. http://library.voenmeh.ru/elres/elr00350.pdf	БГТУ	2005
11	Круглов Ю.А., Зюзликов В.П., Синильщиков Б.Е., Синильщиков В.Б.	Системы катапультирования ракет. http://library.voenmeh.ru/elres/elr01611.pdf	БГТУ	2010
12	Синильщиков В.Б., Андреев О.В.	Динамика конструкций: приближённые и аналитические методы http://library.voenmeh.ru/elres/elr01612.pdf	БГТУ	2010

6.3 Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

Электронные ресурсы:

ЭБС «Лань», ЭБС «Юрайт», library.voenmeh.ru

6.4 Программное обеспечение.

- 1) Пакет символьных вычислений Wolfram Mathematica (версия 10 или выше);
- 2) Пакет Ansys (версия 15 или выше);
- 3) Программный комплекс расчета динамики ускоренного подъема ТПК в вертикальное положение Vitesnitel;
- 4) Программа моделирования микропрофиля дорожной неровности Doroga;

6.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Использование мультимедийных материалов – презентация материала с использованием проектора.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Специализированные лаборатории (в том числе научные) и классы, основное учебное оборудование (комплексы, установки и стенды)

- 1) Лекции и практические занятия по данной дисциплине проводятся в специализированном классе кафедры А-4 (ауд. 375). Аудитория оснащена презентационной техникой (проектор, экран и ноутбук).
- 2) Исследовательские задания выполняются в компьютерном классе кафедры. Рабочие места аспирантов в компьютерном классе оснащены компьютерами из расчета один компьютер на аспиранта.

7.2 Средства обеспечения освоения дисциплины

- 1) Компьютерные презентации со схемами и уравнениями.

СПРАВКА
о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
учебной литературы
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: «Прикладные задачи динамики стартовых комплексов».
2. Кафедра А4 Стартовые и технические комплексы ракет и космических аппаратов.
3. **Перечень основной учебной литературы** (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров) :

№ п/п	Автор	Наименование	Издательст во	Год издания
1	Круглов Ю.А., Зюзликов В.П., Синильщиков Б.Е., Синильщиков В.Б.	Системы катапультирования ракет	БГТУ	2010
2	Круглов Ю.А., Храмов Б.А., Кабанов Э.Н. Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: учебное пособие	Системы ударовиброзащиты ракет, аппаратуры и оборудования: учебное пособие	БГТУ	2010
3	Синильщиков В.Б., Андреев О.В.	Динамика конструкций: приближенные и аналитические методы: учебное пособие	БГТУ	2010

4. **Перечень дополнительной литературы** (авторы, название, наличие грифа Минобразования, УМО, НМС, другого министерства или ведомства, выходные данные, количество экземпляров):

№ п/п	Автор	Наименование	Издательст во	Год издания
1	2	3	4	5
1	Агейкин Я.С.	Проходимость автомобилей	Машиностроение	1981
2	Андреева Ж.Н., Агошков О. Г., Белов А. В.	Динамика конструкций военно-технических комплексов: учебное пособие для вузов.	БГТУ	2006
3	Круглов Ю.А., Зюзликов В.П., Синильщиков Б.Е., Синильщиков В.Б.	Расчет динамических и газогидродинамических процессов в приводах подъема с газовым аккумулятором: учебное пособие.	БГТУ	2005
4	Попов Д.Н.	Механика гидро- и пневмоприводов	МГТУ им. Баумана	2002
5	Тарасик В.П.	Теория движения автомобиля: учебник для ВУЗов.	БХВ-Петербург	2006
6	Труханов В. М., Зубков В. Ф., Крыхтин Ю. И., Желтобрюхов В. Ф.	Трансмиссии гусеничных и колёсных машин	Машиностроение	2001
7	Труханов В. М.	Сложные технические системы типа подвижных установок. Разработка и организация производства	Машиностроение	1993

8	Цытович Н.А.	Механика грунтов (краткий курс).	Высшая школа,	1979
9	Зюзликов В.П., Синильщиков Б.Е., Синильщиков В.Б., Дудин С.М.	Моделирование микропрофиля дорожной неровности http://library.voenmeh.ru/elres/elr00897.pdf	БГТУ	2007
10	Круглов Ю.А., Зюзликов В.П., Синильщиков Б.Е. , Синильщиков В.Б.	Расчет динамических и газогидродинамических процессов в приводах подъема с газовым аккумулятором: учебное пособие. http://library.voenmeh.ru/elres/elr00350.pdf	БГТУ	2005
11	Круглов Ю.А., Зюзликов В.П., Синильщиков Б.Е. , Синильщиков В.Б.	Системы катапультирования ракет. http://library.voenmeh.ru/elres/elr01611.pdf	БГТУ	2010
12	Синильщиков В.Б., Андреев О.В.	Динамика конструкций: приближённые и аналитические методы http://library.voenmeh.ru/elres/elr01612.pdf	БГТУ	2010

Директор библиотеки

« » /Сесина Н.В. /
2018 г.