

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Утверждено:
на заседании кафедры
математического моделирования
протокол от « 20 » июня 2017 г. №19
Зав. кафедрой _____ / С.И. Спивак

Согласовано:
Председатель УМК факультета
_____ / А.М. Ефимов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Устойчивость и управление движением

Вариативная часть

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

Направление 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Направленность (профиль) подготовки

" Системное и интернет-программирование "

Квалификация
Бакалавр

Разработчик (составитель) ст.преподаватель	 / <u>Дмитриев О.В.</u>
---	---

Для приема 2017 г.

Уфа 2017 г.


Составитель / составители: ст.преподаватель Дмитриев О.В.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры математического моделирования, протокол от «20» июня 2017 г. № 19

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры математического моделирования:

- обновлен список литературы,
 - обновлен фонд оценочных средств,
 - обновлен необходимый комплект лицензионного программного обеспечения,
 - обновлен перечень современных профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий) и информационных справочных систем,
- протокол № 8 от «25» июня 2018 г.

Заведующий кафедрой


_____ / С.И. Спивак /

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) 5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине 6
 - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций 10
 - 4.3. Рейтинг-план дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины 14
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине 15

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	-основные понятия и методы математических дисциплин; - формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; -математические модели типовых профессиональных задач; - современные направления развития математики; - проблемы современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами; - содержание основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.	ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.	
	- принципы построения моделирующих алгоритмов; - общие характеристики современных языков и пакетов прикладных программ моделирования.	ПК-3 - готовностью к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	
Умения	-решать типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики;	ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.	

	<ul style="list-style-type: none"> - использовать методы математического моделирования; -проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики; -совершенствовать современный математический аппарат. 		
	<ul style="list-style-type: none"> - выбрать методы моделирования; - реализовывать моделирующие алгоритмы на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования. 	ПК-3 - готовностью к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<ul style="list-style-type: none"> -навыками применения современного математического аппарата; - навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; - навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач; - навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач; -навыками применения принципов и математических концепций в области информационных технологий. 	ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.	
	<ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования; - методами анализа алгоритмов; -методами сведения задач к стандартным задачам; -методами построения эффективных структур данных. 	ПК-3 - готовностью к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Устойчивость и управление движением» входит в вариативную часть цикла Б1.В Дисциплины (модули).

Дисциплина изучается на *4 курсе во 2 семестре*.

Целями освоения дисциплины «Устойчивость и управление движением» являются: является ознакомление студентов с основными положениями современной теории управления; формирование у студентов представления о связи фундаментальных проблем теории управления с задачами получения, передачи и обработки информации, анализа и организации вычислений, принятия решений.

Для освоения дисциплины как предшествующие входные знания и умения необходимы компетенции, сформированные в результате освоения предшествующих дисциплин: алгебра и геометрия, математический анализ, дифференциальные уравнения и численные методы.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

Объем дисциплины «Устойчивость и управление движением» составляет 5 ЗЕТ, или 180 академических часов, в том числе контактная работа с преподавателем 54 часа, самостоятельная работа студентов – 98,5 часа, контроль – 25,8 часа, ФКР – 1,7 часа.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции ОПК-2 - способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знания -основные понятия и методы математических дисциплин; - формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; -математические модели типовых профессиональных задач; - современные направления развития математики; - проблемы современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами; - содержание основных этапов	Фрагментарные представления о: -основных понятиях и методах математических дисциплин; - формулировках и доказательствах и методах их доказательства, возможных сферах их приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; - математических моделях типовых профессиональных задач; - современных направлениях развития математики; - проблемах современной	Неполные представления о: -основных понятиях и методах математических дисциплин; - формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательства, возможных сферах их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; - математических моделях типовых профессиональных задач; - современных	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о: -основных понятиях и методах математических дисциплин; - формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательства, возможных сферах их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; - математических моделях типовых профессиональных задач;	Сформированные систематические представления о: -основных понятиях и методах математических дисциплин; - формулировках и доказательствах утверждений, методах их доказательства, возможных сферах их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; - математических моделях типовых профессиональных задач;

	и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.	современных направлениях развития математики; - проблемах современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами; - содержании основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.	информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами; - содержании основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.	ных задач; - современных направлениях развития математики; - проблемах современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами; - содержании основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.	- современных направлениях развития математики; - проблемах современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами; - содержании основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.
Второй этап (уровень)	Умение -решать типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; - использовать методы математического моделирования; -проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики; -совершенствовать современный	Фрагментарные умения: -решать типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; - использовать методы математического моделирования; -проводить исследова-	В целом успешное, но не систематическое умение -решать типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; - использовать методы математического моделирования; -проводить исследова-	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение: -решать типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; - использовать методы математического моделирования;	Сформированное умение: -решать типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; - использовать методы математического моделирования; -проводить исследования с использо-

	математический аппарат.	<p>ния с использованием основных понятий и методов математики;</p> <p>- совершенствовать современный математический аппарат.</p>	<p>использованием основных понятий и методов математики;</p> <p>- совершенствовать современный математический аппарат.</p>	<p>-проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики;</p> <p>- совершенствовать современный математический аппарат.</p>	<p>ванием основных понятий и методов математики;</p> <p>- совершенствовать современный математический аппарат.</p>
Третий этап (уровень)	<p>Владение</p> <p>-навыками применения современного математического аппарата;</p> <p>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</p> <p>- навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач;</p> <p>- навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач;</p> <p>-навыками применения принципов и математических концепций в области информационных технологий.</p>	<p>Фрагментарное владение:</p> <p>-навыками применения современного математического аппарата;</p> <p>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</p> <p>- навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач;</p> <p>- навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач;</p> <p>-навыками применения</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое владение:</p> <p>-навыками применения современного математического аппарата;</p> <p>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</p> <p>- навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач;</p> <p>- навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач;</p> <p>-навыками применения принципов и математических концепций в области инфор-</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение:</p> <p>-навыками применения современного математического аппарата;</p> <p>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</p> <p>- навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач;</p> <p>- навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач;</p>	<p>Успешное и систематическое владение :</p> <p>-навыками применения современного математического аппарата;</p> <p>- навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними;</p> <p>- навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач;</p> <p>- навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач;</p> <p>-навыками применения</p>

		принципов и математических концепций в области информационных технологий.	мационных технологий.	-навыками применения принципов и математических концепций в области информационных технологий.	принципов и математических концепций в области информационных технологий.
--	--	---	-----------------------	--	---

Код и формулировка компетенции ПК-3 - готовностью к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знания - принципы построения моделирующих алгоритмов; - общие характеристики современных языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Фрагментарные представления о: - принципах построения моделирующих алгоритмов; - общих характеристиках современных языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Неполные представления о: - принципах построения моделирующих алгоритмов; - общих характеристиках современных языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о: - принципах построения моделирующих алгоритмов; - общих характеристиках современных языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Сформированные систематические представления о: - принципах построения моделирующих алгоритмов; - общих характеристиках современных языков и пакетов прикладных программ моделирования.
Второй этап (уровень)	Умение - выбрать методы моделирования; - реализовывать моделирующие алгоритмы на базе языков и пакетов прикладных программ	Фрагментарные умения: - выбрать методы моделирования; - реализовывать	В целом успешное, но не систематическое умение: - выбрать методы моделирования; -	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение: - выбрать методы моделирования	Сформированное умение: - выбрать методы моделирования; - реализовывать

	моделирования.	моделирующе ие алгоритмы на базе языков и пакетов прикладных программ моделирован ия	реализовывать моделирующие алгоритмы на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования	я; - реализовыват ь моделирующ ие алгоритмы на базе языков и пакетов прикладных программ моделирован ия	моделирующ ие алгоритмы на базе языков и пакетов прикладных программ моделирован ия
Третий этап (уровень)	Владение - навыками раз- работки модели- рующих алго- ритмов и реали- зации их на базе языков и пакетов прикладных программ моде- лирования; - методами ана- лиза алгоритмов; -методами све- дения задач к стандартным за- дачам; -методами построения эффективных структур данных.	Фрагментар- ное владение: - навыками разработки моделирую- щих алго- ритмов и реализации их на базе языков и па- кетов при- кладных программ моделирова- ния; - методами анализа ал- горитмов; -методами сведения за- дач к стан- дартным за- дачам; -методами построения эффективных структур данных.	В целом ус- пешное, но не систематичес- кое владение: - навыками разработки мо- делирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов при- кладных про- грамм модели- рования; - методами анализа алго- ритмов; -методами све- дения задач к стандартным задачам; -методами по- строения эф- фективных структур дан- ных.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение : - навыками разработки моделирую- щих алго- ритмов и реализации их на базе языков и па- кетов при- кладных про- грамм моде- лирования; - методами анализа алго- ритмов; -методами сведения за- дач к стан- дартным за- дачам; -методами построения эффективных структур данных.	Успешное и система- тическое владение: - навыками разработки моделирую- щих алго- ритмов и реализации их на базе языков и па- кетов при- кладных про- грамм моде- лирования; - методами анализа алго- ритмов; -методами сведения за- дач к стан- дартным за- дачам; -методами построения эффективных структур данных.

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкала оценивания:
 для экзамена:
 от 0 до 44 баллов – «неудовлетворительно»,
 от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
 от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
 от 80 баллов – «отлично».

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	-основные понятия и методы математических дисциплин; - формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах профессионального цикла; -математические модели типовых профессиональных задач; - современные направления развития математики; - проблемы современной информатики, ее категорий и связи с другими научными дисциплинами; - содержание основных этапов и тенденции развития программирования, математического обеспечения и информационных технологий.	ОПК-2	Групповой и индивидуальный опрос РГР Экзамен
	- принципы построения моделирующих алгоритмов; - общие характеристики	ПК-3	

	современных языков и пакетов прикладных программ моделирования.		
2-й этап Умения	-решать типовые задачи в указанной предметной области; -применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики; - использовать методы математического моделирования; -проводить исследования с использованием основных понятий и методов математики; -совершенствовать современный математический аппарат.	ОПК-2	Домашние задания Лабораторные работы РГР Экзамен
	- выбрать методы моделирования; - реализовывать моделирующие алгоритмы на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	ПК-3	
3-й этап Владеть навыками	-навыками применения современного математического аппарата; - навыками формального построения моделей по предметной области и определения методов наиболее эффективной работы с ними; - навыками использования аппарата математики в решении профессиональных задач; - навыками построения вычислительных схем решения прикладных задач; -навыками применения принципов и математических концепций в области информационных технологий	ОПК-2	РГР Экзамен
	- навыками разработки	ПК-3	

	моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования; - методами анализа алгоритмов; - методами сведения задач к стандартным задачам; - методами построения эффективных структур данных.		
--	---	--	--

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в Приложении № 2.

Экзаменационные билеты

Структура экзаменационного билета: экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и задачи из приложенного списка.

Примерный перечень вопросов для опроса на занятиях и к экзамену.

1. Предмет, постановка и классификация задач оптимального управления.
2. Схема использования принципа максимума для линейных систем.
3. Задача управления и оптимального управления. Примеры задач оптимального управления.
4. Теорема существования оптимального управления в задаче Майера.
5. Разновидность задач оптимального управления. Классы допустимых управлений и функциональные свойства элементов задачи оптимального управления.
6. Существование оптимального управления в задаче Больца. Примеры существования оптимального управления.
7. Существование оптимальных управлений. Связь системы обыкновенных дифференциальных уравнений с уравнением движения объекта.
8. Уравнение Беллмана как необходимое условие оптимальности программного управления.
9. Теорема существования оптимального управления в задаче Майера.
10. Общие сведения о линейных системах управления. Множество достижимости и управляемость
11. Существование оптимального управления в задаче Больца. Примеры существования оптимального управления.
12. Принцип максимума Понтрягина для линейных задач оптимального управления.
13. Линейные управляемые процессы. Множество достижимости и управляемость.
14. Принцип максимума Понтрягина для линейных задач оптимального управления.
15. Метод динамического программирования. Синтез в задаче на быстроедействие.
16. Структура оптимального управления. Единственность оптимального управления в автономной системе.
17. Связь между принципом максимума Понтрягина и методом динамического программирования.

18. Синтез оптимальных управлений. Задача синтеза и её обоснование. Принцип оптимальности Беллмана и его обоснование.
19. Связь системы обыкновенных дифференциальных уравнений с уравнением движения объекта.
20. Принцип оптимальности Беллмана и его обоснование. Уравнение Беллмана как необходимое условие оптимальности программного управления.
21. Схема применения принципа максимума для вычисления оптимального управления в нелинейных задачах.
22. Достаточные условия оптимального синтеза. Метод динамического программирования. Синтез в задаче на быстродействие.
23. Принцип максимума для нелинейных систем. Автономные задачи с закреплёнными концами и подвижными концами.

Образец экзаменационного билета

1. Предмет, постановка и классификация задач оптимального управления.
2. Принцип оптимальности Беллмана и его обоснование. Уравнение Беллмана как необходимое условие оптимальности программного управления.
3. Задача.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Групповой и индивидуальный опрос.

Вопросы приведены выше. Опрос проводится в процессе занятий. Правильные и полные ответы оцениваются в 1 балл.

Примерные задания для домашних, лабораторных работ и РГР.

Найти экстремаль функционала

$$I = [x_1(t), x_2(t)] \int_0^1 [x_1'(t)x_2'(t) + x_1(t)x_2(t)] dt + x_1(1) + x_2(1),$$

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = x_2(0) = 0$.

Найти экстремаль функционала

$$I = [x_1(t), x_2(t)] \int_0^1 x_1'(t)x_2'(t) dt + x_1(1) + x_2(1),$$

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = x_2(0) = 0$, $x_1(1) - x_2(1) = 4$

Найти экстремаль функционала

$$I = [x_1(t), x_2(t)] \int_0^T [x_1'(t)x_2'(t) + x_1(t)] dt + x_1(T) - x_2(T),$$

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = x_2(0) = 0$, $x_1(T) = x_2(T) = -6$.

Найти экстремаль функционала $I[x_1(t), x_2(t)] = \int_0^{\frac{\pi}{2}} [x_1^2(t) + x_2^2(t) - x_1'^2(t) - x_2'^2(t)] dt$,

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = 1, x_2(0) = -1, x_1\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1, x_2\left(\frac{\pi}{2}\right) = 1$ и

уравнению связи $x_1 - x_2 - 2 \cos t = 0$

Найти экстремаль функционала

$$I[x_1(t), x_2(t)] = \int_0^1 [x_1'^2(t) + 2x_1(t)x_2(t) + x_2'^2(t)] dt$$

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = 1, x_2(0) = 1, x_1(1) = e, x_2(1) = \frac{1}{e}$
и уравнению связи $x_1 - x_2 - e^t + e^{-t} = 0$.

Найти экстремаль функционала $I = \int_0^1 [(t+1)^3 x_1''^2(t) + x_2''^2(t)] dt$,

удовлетворяющую граничным условиям: $x_1(0) = 1, x_2(0) = 0, x_1(1) = \frac{1}{2}, x_2(1) = 1$,

$x_1'(0) = -1, x_2'(0) = 0, x_1'(1) = -\frac{1}{4}, x_2'(1) = 3, x_2''(0) = 0, x_2''(1) = 6$.

Найти кривую, на которой функционал $I[x(t)] = \int_0^1 [x'^2(t) + x(t)] dt$

может достигать экстремума, если правый конец её фиксирован в точке $B(1,0)$, а левый лежит на прямой $t = 0$

Даны модель объекта управления $\dot{x}(t) = u(t)$, где $x \in \mathbb{R}$, $u \in \mathbb{R}$, $t \in [0; 1]$, и функционал

$$I(d) = \frac{1}{2} \int_0^1 u^2(t) dt + \frac{1}{2} x^2(1) \rightarrow \min.$$

Требуется найти оптимальное управление $u^*(t, x)$

Дана модель объекта управления в виде $\dot{x}_1(t) = x_2(t)$, $\dot{x}_2(t) = u(t)$, где $x \in \mathbb{R}^2$, $u \in [-1; 1]$, $t \in [0; t_1]$. Требуется найти оптимальное управление $u^*(t, x)$ с обратной связью, переводящее объект из любого начального состояния в начало координат за наименьшее время.

Критерии оценки (в баллах) Каждое задание оценивается от 0 до 5 баллов в зависимости от трудоемкости.

- 4-5 баллов выставляется студенту, если задание полностью выполнено и аккуратно оформлено;

- 2-3 балла выставляется студенту, если задание выполнено с ошибками и небрежно оформлено;

- 0-1 балл выставляется студенту, если задание не выполнено.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Егоров, А.И. Основы теории управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Егоров. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2004. — 504 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48175>.
2. Иванов, В.А. Математические основы теории оптимального и логического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Иванов, В.С. Медведев. — Электрон. дан. — Москва : , 2011. — 599 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106313>.

Дополнительная литература:

1. Александров, В.В. Оптимальное управление движением [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Александров, В.Г. Болтянский, С.С. Лемак, Н.А. Парусников. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2005. — 376 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48225>.
2. Матвеев, А.С. Введение в математическую теорию оптимального управления [Электронный ресурс] / А.С. Матвеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : СПбГУ, 2018. — 194 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/109466>.
3. Бушуев, А.Ю. Примеры решения задач оптимального управления [Электронный ресурс] : методические указания / А.Ю. Бушуев, В.А. Кутыркин. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 40 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103595>.
4. Шалыгин, А.С. Устойчивость динамических систем автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Шалыгин, В.А. Санников. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 162 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75170>.

5. Ванько, В.И. Вариационное исчисление и оптимальное управление [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Ванько, О.В. Ермошина, Г.Н. Кувыркин. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. — 488 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106556>.

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека - www.elibrary.ru
2. Электронная библиотека - <http://knigafund.ru>
3. Электронная библиотека - <http://link.springer.com>
4. Microsoft Office

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 531 (Физмат корпус - учебное)</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 523 (Физмат корпус - учебное)</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 531 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (Физмат корпус - учебное)</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 531 (Физмат корпус - учебное), аудитория № 523 (Физмат корпус - учебное)</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы: аудитория № 426 (Физмат корпус - учебное), читальный зал №2 (Физмат корпус - учебное)</p>	<p>Аудитория №426 Учебная мебель, доска, персональные компьютеры LenovoThinkCentreA70zIntelPentiumE 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., шкаф TLKTWP-065442-G-GY</p> <p>Аудитория №531 Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (2101068302), доска аудитор. ДА32.</p> <p>Аудитория № 523 Учебная мебель, доска</p> <p>Читальный зал №2 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Устойчивость и управление движением на 8 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	180/5
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	10
практических/ семинарских	
лабораторных	44
ФКР	1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету	98,5
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	25,8

Формы контроля:

экзамен 8 семестр

РГР 8 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Предмет, постановка и классификация задач оптимального управления. Существование оптимальных управлений.	2		4	12	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников.	Групповой и индивидуальный опрос
2.	Связь системы обыкновенных дифференциальных уравнений с уравнением движения объекта. Теорема существования оптимального управления в задаче Майера.	2		20	24	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа
3.	Существование оптимального управления в задаче Больца. Принцип	4		16	30	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных	Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная

	максимума Понтрягина для линейных задач оптимального управления.						источников. Выполнение домашнего задания.	работа
4.	Принцип оптимальности Беллмана и его обоснование.	2		5,7	18	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Проработка лекционного материала, литературных источников. Выполнение домашнего задания.	Групповой и индивидуальный опрос Лабораторная работа.
	РГР				5,5	[1],[2] Доп.литра [1], [2]	Выполнение расчетно- графической работы	
	Экзамен				34,8		Проработка лекционного материала, литературных источников.	
	Всего часов:	10		45,7	124,3			

Рейтинг-план дисциплины*Устойчивость и управление движением**(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)*направление подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
курс 4, семестр 2(8)

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1. Задача Майера			0	35
Текущий контроль				
1. Аудиторная работа	2	10		20
2. Тестовый контроль				
Рубежный контроль				
1. Лабораторная работа	5	3		15
Модуль 2. Задача Больца			0	35
Текущий контроль				
1. Аудиторная работа	2	10		20
2. Тестовый контроль				
Рубежный контроль				
1. Лабораторная работа	5	3		15
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада или конкурс рефератов				10
2. Публикация статей				
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)				
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
Экзамен				30