

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий математики и механики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор _____ В.П. Гергель

« _____ » _____ 2018 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.03.02 Прикладная математика и информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Системный анализ, исследование операций и управление

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очно-заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород

2018

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория управления» относится к вариативной части ОПОП. Данная дисциплина читается в восьмом семестре бакалавриата (Б1.В.07 – вариативная часть).

Учебный материал хорошо согласуется с учебным планом подготовки бакалавра по направлению «Прикладная математика и информатика», а изучение дисциплины «Теория управления» основано на компетенциях, сформированных на достаточном уровне при изучении ряда базовых дисциплин таких как «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Дифференциальные уравнения» и «Комплексный анализ», а также дисциплин по выбору вариативной части «Концепции современного естествознания» и «Современное естествознание». В силу того, что рассматриваемая дисциплина осуществляет синтез различных дисциплин и знаний, как математических, так и инженерных, ее изучение не только способствует пониманию глубинных связей между математикой, физикой и техникой, но и может рассматриваться как необходимая часть при формировании естественнонаучной парадигмы познания. Важной особенностью дисциплины является попытка показать все многообразие базовых методов, подходов и алгоритмов, применяемых для синтеза законов управления в задачах, возникающих в различных прикладных областях. Формирование компетенций приобретает окончательное завершение в ходе прохождения учебной и предквалификационной практик, а также в ходе итоговой государственной аттестации.

Целями освоения дисциплины являются:

Целями освоения дисциплины «Теории управления» являются развитие и закрепление компетенций на основе знаний, умений и навыков, связанных с теорией и применением подходов теории управления к задачам различных типов, относящихся к области профессиональной деятельностью бакалавров, соотнесенных с общими целями ОПОП (Основная профессиональная образовательная программа) по данному направлению подготовки.

Основные задачи - изучение общих принципов и закономерностей теории управления, построение и исследование базовых математических моделей, решение основных задач по вопросам устойчивости динамических систем, построению регуляторов и обучение методам исследования линейных и нелинейных систем автоматического регулирования (САР). Ключевые слова курса: состояние, вход-выход, алгоритм, изоморфизм, обратная связь, устойчивость, регулирование, управляемость, наблюдаемость, модальное регулирование, оптимизация управления, фильтрация.

Основное внимание в дисциплине уделяется динамическим моделям классической и современной теории управления и постановкам основных задач. В меньшей степени представлены методы исследования. Они зачастую рассматриваются обзорно и настолько, чтобы на конкретных примерах увидеть суть задач и возможность их решения. Такой подход позволяет сконцентрировать внимание на содержательной стороне моделей и проблем, увидеть их в функциональной взаимосвязи, установить их особенности и сформулировать соответствующие им математические задачи. Он вносит вклад в развитие, так называемого, нормального мышления у математика-прикладника и наполняет содержанием образование, осуществляемое абстрактными математическими курсами.

Теория управления относится, в соответствии ФГОС к объектам профессиональной деятельности бакалавров направления подготовки «Прикладная математика и информатика». Предметная область, охватываемая данной дисциплиной, непосредственно входит в сферу основных

направлений профессиональной деятельности бакалавров по данному направлению, которая, в частности, включает:

- проектную и производственно-технологическую деятельность:
 - исследование математических методов, включая применение методов теории управления по тематике выполняемых научно-исследовательских работ или опытно-конструкторских;
 - разработку и исследование алгоритмов и вычислительных моделей, в частности, в области применения подходов и методов теории управления, включая применение в сфере создания новых вычислительных алгоритмов;
 - разработку архитектуры, алгоритмических и программных решений в сфере прикладного программного обеспечения, в частности, реализации эффективных методов оптимизации для конкретных предметных областей;
- научную и научно-исследовательскую деятельность:
 - изучение научной и учебной литературы по предметной области, включая теоретические основы и концепции разработки вычислительных методов эффективного решения задач теории управления;
 - применение наукоемких технологий и основанных на их использовании пакетов программ при исследовании конкретных прикладных задач из областей экономики, биологии, физики, техники и т.д.;
 - развитие и применение вычислительных технологий, включая параллельные вычисления, связанных с эффективным применением вычислительных методов управления САР;
 - исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов и программного обеспечения: овладение теорией и общей концептуальной базой применения подходов теории управления, являющейся одной из фундаментальных основ разработки новых инженерных решений, решений в области алгоритмического и программного обеспечения.

Теория и методы дисциплины «Теория управления» являются интенсивно развивающимися разделами современной науки, лежащими на стыке фундаментальной и прикладной математики. Программа дисциплины включает базовый теоретический и алгоритмический материал по разделам, связанным с задачами теории управления.

Неформальная цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы сформировать у обучающихся ясное понимание основных концепций и возможностей подходов теории управления к постановке и решению различных прикладных задач, привить навыки теоретического анализа, а также навыки использования математических пакетов для решения и анализа задач, а также развить навыки аналитического решения и анализа.

Изучение дисциплины дает навыки постановки задач управления техническими системами, создает необходимую теоретическую базу для математически грамотного применения методов теории управления к решению различных прикладных задач, включая применения в наукоемкой сфере развития современных информационных технологий. Таким образом, дисциплина отвечает основным целям и задачам подготовки студентов по направлению «Прикладная математика и информатика».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Изучение дисциплины «Теории управления» приводит к повышению уровня овладения рядом компетенций, приведенных в таблице.

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
<p><i>ОПК-1</i> — способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой <u>(завершающий (высокий) этап)</u></p>	<p>Уметь: <i>У1 (ОПК-1)</i> применять базовые знания естественных наук, математики и информатики Знать: <i>З1 (ОПК-1)</i> основные факты из математического анализа, геометрии и алгебры и других дисциплин, на которые опирается изучение методов теории управления Владеть: <i>В1 (ОПК-1)</i> математическим мышлением, математической культурой <i>В2 (ОПК-1)</i> способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на тему предметной области <i>В3 (ОПК-1)</i> основными приемами проведения математических доказательств</p>
<p><i>ПК-1</i> — способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям <u>(завершающий (высокий) этап)</u></p>	<p>Знать <i>З1(ПК-1)</i> современные данные научных исследований Теории управления для формирования выводов по этим исследованиям. Уметь: <i>У1 (ПК-1)</i> интерпретировать новую информацию в предметной области Владеть: <i>В1 (ПК-1)</i> навыками поиска информации в рамках предметной области в сети Интернет и других источниках. <i>В2 (ПК-1)</i> навыками использования универсальных математических пакетов для выполнения расчетов по моделированию в задачах управления; <i>В3 (ПК-1)</i> навыками интерпретации результатов численного исследования задач управления.</p>
<p><i>ПК-2</i> — способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат<u>(завершающий (высокий) этап)</u></p>	<p>Уметь: <i>У1 (ПК2)</i> решать математические задачи и проблемы из области методов теории управления, аналогичные ранее изученным: - <i>строить математические модели управляемых динамических систем;</i> - <i>получать линеаризованные описания управляемых систем;</i> - <i>уметь строить и интерпретировать функции отклика и частотные характеристики линейных динамических звеньев с непрерывным и дискретным временем</i> - <i>описывать системы автоматического регулирования с помощью структурных схем и коэффициентов передачи;</i> - <i>исследовать вопросы устойчивости и качества протекания переходных процессов по коэффициенту передачи, определять области устойчивости;</i> - <i>применять подходы модального управления, оптимального линейно-квадратичного управления для конкретных задач;</i> - <i>исследовать асимптотическое поведение нелинейных управляемых систем методом точечных отображений;</i> - <i>исследовать динамику элементов нелинейных систем в их фазовом пространстве методами качественного анализа;</i> - <i>строить регуляторы по выходу и адаптивные регуляторы;</i> - <i>выяснять вопросы управляемости и наблюдаемости динамических систем.</i></p>

	<p>У2(ПК2) доказывать ранее изученные в рамках дисциплины математические утверждения;</p> <p>У3(ПК2) проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;</p> <p>У4(ПК2) решать математические задачи и проблемы в области методов теории управления, аналогичные ранее изученным, но более высокого уровня сложности;</p> <p>У5(ПК2) решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления.</p> <p>Знать:</p> <p>З1 (ПК2) основные принципы, факты, понятия, аналитические и численные методы, изучаемые в дисциплине:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>преобразование Лапласа и z-преобразование;</i> - <i>способы описания линейных динамических звеньев;</i> - <i>особенности динамики нелинейных систем и методы их исследования;</i> - <i>методы перехода к линеаризованному описанию;</i> - <i>структурные схемы систем автоматического регулирования (САР) и способы их преобразования;</i> - <i>критерии устойчивости САР и методы построения областей устойчивости;</i> - <i>корневые методы обеспечения качества переходных процессов;</i> - <i>оптимальное линейно-квадратичное управление САР;</i> - <i>понятия управляемости и наблюдаемости;</i> - <i>модальное управление;</i> - <i>синтез управления по выходу;</i> - <i>фильтр Калмана;</i> - <i>методы обеспечения обобщенной устойчивости с использованием аппарата линейных матричных неравенств</i> - <i>робастное и адаптивное управление.</i> <p>З2 (ПК2) дополнительных принципов, фактов, понятий, методов из предметной области</p> <p>Владеть:</p> <p>В1 (ПК-2) терминологией предметной области;</p> <p>В2 (ПК-2) принципами построения и выбора эффективных методов построения систем управления;</p> <p>В3 (ПК-2) приемами аналитического решения задач из различных разделов методов теории управления и интерпретации результатов</p>
--	--

3. Структура и содержание дисциплины Теория управления

Объем дисциплины составляет

5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых

67 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем:

48 часов занятия лекционного типа,

16 часов занятия семинарского типа.

3 часа мероприятия промежуточной аттестации,

113 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. включая 36 часов подготовки к экзамену).

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины* Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа, часы из них				Самост. работа студента, часы
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего	
Раздел 1. Предмет и содержание теории управления.	18	4			4	14
Раздел 2. Управляемые динамические системы.	40	10	4		14	26
Раздел 3. Теория линейных систем автоматического регулирования	50	16	6		22	28
Раздел 4. Метод <i>D</i> -разбиения.	37	8	4		12	25
Раздел 5. Информационная теория передачи сообщений.	32	10	2		12	20
В т.ч. текущий контроль	2					
Промежуточная аттестация: <u>зачет</u>, <u>экзамен</u>						

*Краткое содержание разделов дисциплины приведено под таблицей в п.3.2.2.

3.1. Краткое содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Предмет и содержание теории управления.

Теория управления как синтетическая наука об общих закономерностях процессов управления в системах различной природы - технических, биологических, социальных. Основные принципы теории управления, их гносеологическое значение. Теория управления в свете основных научных исследований. Автоматизация научных исследований.

Раздел 2. Управляемые динамические системы.

Авторулевой (линейный и релейный). Математическая модель, роль идеализаций, динамика и устойчивость. Исследования Максвелла и Вышнеградского системы регулирования. Системы прямого регулирования. Управляемые марковские системы.

Раздел 3. Теория линейных систем автоматического регулирования.

Операционные системы. Изоморфизмы операционных систем, порождаемые преобразованиями Лапласа, Фурье и z -преобразованиями. Применение операционного исчисления к решению дифференциальных и разностных уравнений. Линейные динамические системы. Функция отклика и коэффициент передачи. Структурные схемы классических линейных САП. Устойчивость и установившаяся ошибка САП. Принцип Беллмана инвариантного погружения и его роль в научных исследованиях. Импульсные и цифровые САП. Функция с ограниченным спектром. Теорема Котельникова-Шеннона. Описание и классификация случайных процессов. Автокорреляционная функция и спектральная плотность. Прохождение случайного сигнала через линейную систему. Среднеквадратичная ошибка. Оптимальная фильтрация.

Раздел 4. Метод *D*-разбиения.

Метод *D*-разбиения. Основная идея метода. Метод *D*-разбиения по одному параметру, его обоснование. Применение для доказательства критерия Шура.

Метод D-разбиения по двум линейно входящим параметрам по отношению к заданной сопряженно-симметричной области размещения корней (обобщенное понимание устойчивости). Обоснование правил метода. Нормальная часть границы и особые прямые. Штриховка, индексация. Примеры D-разбиения по отношению к левой полуплоскости и единичному кругу.

Раздел 5. Информационная теория передачи сообщений.

Энтропия и информация. Модель источника сообщений. Модель канала связи. Код Шеннона-Фено. Корректирующие коды. Теоремы Шеннона о передаче сообщений.

4. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины при проведении занятий различных видов используются разные формы образовательные технологий. А именно, занятия проводятся в виде лекций с различными форматами проведения, научно-практических занятий в частично семинарской форме, занятий в компьютерном классе с включением индивидуальных исследовательских занятий, групповых и индивидуальных консультаций по теории, внеаудиторной самостоятельной работы студентов и дистанционные консультации. Используются: информационные технологии для дистанционной проверки заданий, специализированные программные средства проведения занятий в компьютерном классе, работа с материалами, размещенными в сети Интернет. Занятия лекционного типа составляют около 34% от объема часов контактной работы со студентами по данной дисциплине. Научно-практические занятия и занятия в компьютерном классе в основной своей части проводятся в интерактивной форме.

Для поддержки курса разработаны компьютерные программы, установленные в учебном компьютерном классе лаборатории «Динамика и оптимизация» кафедры ТУиДС (ауд. 220, корп.2 ННГУ), ряд учебно-методических пособий.

При выполнении лабораторных практикумов, при самостоятельной работе и при подготовке к промежуточной аттестации в форме экзамена студенты имеют доступ к методическим материалам курса, размещенным на сайте кафедры ТУиДС института ИТММ по электронному адресу <http://www.itmm.unn.ru/tuds/materialy/>, режим доступа – свободный.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Ниже приводятся виды самостоятельной работы студентов, порядок их выполнения и контроля, приводится учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по ее отдельным видам и разделам дисциплины.

Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- подготовка домашних заданий к практическим занятиям;
- подготовка к выполнению письменных контрольных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена.

5.1. Проработка теоретического материала лекционных занятий

Выполняется самостоятельно с использованием лекционных материалов и методических материалов. Контроль выполняется в форме проведения еженедельно устного экспресс-опроса по понятиям, фактам, формулировкам, выполняемого в течение практического занятия.

5.2. Подготовка домашних заданий к научно-практическим занятиям

Проверка выполнения домашних заданий проводится в начале каждого практического занятия. Используется три формы контроля: во-первых, выборочная проверка выполнения заданий у шестерых человек из группы и, во-вторых, проверка в форме коллективного обсуждения у доски результатов выполнения отдельных заданий.

5.3. Подготовка к выполнению письменных контрольных работ

По материалам разделов лекционного курса в течение 8 семестра проводится 1 аудиторная контрольная работа.

Для подготовки к контрольным работам рекомендуется повторно прочитать конспекты лекций, просмотреть полезные разделы в соответствующих источниках из списка рекомендованной литературы (раздел 7), а также самостоятельно решать задачи по теме контрольной работы.

5.4. Подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена

В качестве методических материалов при подготовке к зачету и экзамену рекомендуется использовать собственные конспекты лекций, методические издания кафедры, а также источники, рекомендованные в списке литературы раздела 7.

Общая программа сдачи экзамена на оценку «хорошо» и выше предполагает полное владение материалом, включая умение проводить выкладки и доказательства.

Минимальные требования для сдачи экзамена на «удовлетворительно» при неспособности воспроизводить обоснование и доказательства теоретических положений материала дисциплины:

- а– умение решать типовые практические задачи из разных разделов курса;
- б– знание определений и способность к их содержательной интерпретации;
- в– знание основных постановок задач для всех разделов курса;
- г– знание и понимание(в основном) формулировок основных фактов теории;
- д– описание различных методов построения регуляторов и их содержательная трактовка;
- е– умение решать типовые задачи из разных тем;
- ж– способность ответить на теоретические и практические вопросы по имеющимся задолженностям (при наличии задолженностей)

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Оценивание уровня сформированности компетенции ПК-2

Уровень формирования ПК-2, в основном, проверяется в ходе выполнения студентами *практических заданий*, как при самостоятельной домашней работе, так и на аудиторных практикумах, а также в ходе *письменных экспресс-опросов*, при выполнении контрольных работ. Завершающая проверка проводится в ходе устного экзамена. При использовании различных форм контроля применяются различные критерии оценивания, которые могут быть сведены в обобщенную характеристику овладения компетенцией. При этом в таблице указаны условные баллы, прибли-

зительно показывающие соответствующую степень овладения материалом (знания, умения, навыки) по отношению к максимальному предполагаемому уровню, принимаемому за (1) – единицу и обычно соответствующему оценке «отлично».

Показатели обучения, характеризующие ПК-2 — способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	Показатели уровня формирования компетенции	Характеристика уровня формирования компетенции
<p>Умения: <i>У1 (ПК2)</i> решать математические задачи и проблемы теории управления, аналогичные ранее изученным; <i>У2(ПК2)</i> доказывать ранее изученные в рамках дисциплины математические утверждения; <i>У3(ПК2)</i> проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним; <i>У4(ПК2)</i> решать математические задачи и проблемы теории управления, аналогичные ранее изученным, но более высокого уровня сложности; <i>У5(ПК2)</i> решать математические задачи, которые требуют некоторой оригинальности мышления.</p> <p>Знания: <i>З1 (ПК2)</i> основных принципов, фактов, понятий и аналитических, изучаемых в дисциплине <i>З2 (ПК2)</i> дополнительных принципов, фактов, понятий, методов из предметной области</p> <p>Владение: <i>В1 (ПК-2)</i> терминологией предметной области; <i>В2 (ПК-2)</i> приемами аналитического решения задач из различных разделов теории управления и интерпретации результатов.</p>	Отсутствие знаний базового материала, отсутствие способности решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень. Соответствует доле освоения от 0 до 0,15.
	Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие основных навыков, предусмотренных данной компетенцией	Неудовлетворительный уровень. Соответствует доле освоения от 0.15 до 0,34.
	Знание основных понятий, фактов и методов предметной области, но со значительным количеством ошибок не грубого характера. Демонстрация умений на уровне У1, а также частично У2 с рядом негрубых ошибок. Владение теоретическим материалом и стандартными методами на уровне В1 и В2 с принципиальными ошибками.	Удовлетворительный уровень. Соответствует доле освоения от 0.35 до 0,59.
	Знание основных понятий, фактов и методов предметной области с рядом заметных погрешностей. Демонстрация умений на уровне У1,У2 с незначительными погрешностями, а также владение всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях с рядом небольших погрешностей.	Хороший уровень. Соответствует доле освоения от 0.6 до 0,79.
	Знание основных понятий, фактов и методов предметной области с небольшими погрешностями на уровне З1. Демонстрация умений на уровне У1,У2 практически без погрешностей, а на уровне У3, У5 с небольшими погрешностями. Владение всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Очень хороший уровень формирования компетенции. Соответствует доле освоения от 0.8 до 0,89.
	Знание на уровне З1 по всем разделам без ошибок и погрешностей. Демонстрация умений на уровне У1,У2,У3,У5. Владение всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Отличный уровень формирования компетенции. Соответствует доле освоения от 0.9 до 0,99.
	Знание основного и дополнитель-	Превосходный уровень

	ного материала без ошибок и погрешностей. Демонстрация умений на уровне У1-У5. Свободное владение всеми навыками, в стандартных и нестандартных ситуациях.	формирования компетенции. Соответствует доле освоения 1 и несколько выше 1.
--	--	--

Оценивание уровня сформированности компетенции ОПК-1

Уровень формирования ОПК-1 проверяется на основе оценивания результатов обучения с точки зрения приобретения умений, знаний и владений, обозначенных в таблице раздела 2 как У1(ОПК1), З1(ОПК1), В1-В3(ОПК1). Проверка этих результатов обучения выполняется на занятиях различных видов: на *аудиторных практических занятиях*, при выполнении *контрольных работ*, в ходе *устного экзамена*. Специфика данной компетенции проявляется в том, что степень владения ею определяется как фактор, сопутствующий оцениванию владения компетенцией ПК-2 и, отчасти, ПК-1.

В отличие от ПК-2, характеристика уровня формирования компетенции ОПК-1 носит экспертный характер со стороны преподавателя и, следовательно, не исчисляется в баллах, а носит качественный характер. Уровень ее формирования можно охарактеризовать терминами: «недостаточный», «низкий», «умеренный», «достаточный», «высокий».

Показатели обучения, характеризующие ОПК-1 — способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой	Показатели уровня формирования компетенции	Характеристика уровня формирования компетенции
<p>Уметь: У1 (ОПК-1) применять базовые знания естественных наук, математики и информатики</p> <p>Знать: З1 (ОПК-1) основные факты из математического анализа, геометрии и алгебры и других дисциплин, на которые опирается изучение теории управления</p> <p>Владеть: В1 (ОПК-1) математическим мышлением, математической культурой В2 (ОПК-1) способностью уточнить, переспросить, задать вопрос на тему предметной области В3 (ОПК-1) основными приемами проведения математических доказательств</p>	Отсутствие знаний базовых дисциплин, умения их применять, практически полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Недостаточный
	Отрывочные знания базовых дисциплин, наличие грубых ошибок при их применении, отсутствие основных навыков, предусмотренных данной компетенцией.	Низкий
	Значительное количество ошибок не грубого характера, а также пробелы в знаниях из базовых дисциплин. Умение их применить сопровождается множественными мелкими ошибками. Обнаруживаются некоторые признаки математического мышления, но на достаточно низком уровне.	Умеренный
	Демонстрация знаний и умений категорий У1 и З1 с заметными погрешностями. Проявление навыков В1-В3 с рядом замечаний и пробелов.	Достаточный
	Знания и умения на уровне З1 и У1	Высокий

	без ошибок и погрешностей.. Полноценное владение всеми навыками для данной компетенции.	
--	---	--

Оценивание уровня сформированности компетенции ПК-1

Уровень формирования ПК-1, в основном, проверяется на занятиях в компьютерном классе, в частности, *самостоятельном разборе* студентами необходимого теоретического материала, а также при *выполнении индивидуальных заданий*, которые могут включать *самостоятельный поиск информации*, например, по использованию математических пакетов для визуализации и исследования переходных процессов в рассматриваемых задачах. Контроль уровня формирования компетенции ПК-1 выполняется как в процессе коллективного обсуждения самостоятельно разобранного теоретического материала по темам лабораторного практикума, так и при обсуждении результатов выполнения полученных студентами индивидуальных заданий и интерпретации ими этих результатов.

Также, как и в случае оценивания ОПК-1, характеристика уровня формирования компетенции ПК-1 носит экспертный характер со стороны преподавателя и, следовательно, не исчисляется в баллах, а носит качественный характер. Уровень ее формирования можно охарактеризовать терминами: «недостаточный», «низкий», «умеренный», «достаточный», «высокий».

Показатели обучения, характеризующие ПК-1 — способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимых для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	Показатели уровня формирования компетенции	Характеристика уровня формирования компетенции
<p>Знать 31(ПК-1) современные данные научных исследований Теории управления для формирования выводов по этим исследованиям</p> <p>Уметь: У1 (ПК-1) интерпретировать новую информацию в предметной области</p> <p>Владеть: В1 (ПК-1) навыками поиска информации в рамках предметной области в сети Интернет и других источниках. В2 (ПК-1) навыками использования универсальных математических пакетов для выполнения необходимых расчетов; В3 (ПК-1) навыками интерпретации результатов численного исследования задач теории управления.</p>	Неверная интерпретация новой информации в предметной области, слабые навыки по В1, практически полное отсутствие навыков по В2-3.	Недостаточный.
	Интерпретация новой информации в предметной области с грубыми ошибками, недостаточные навыки по В1, навыки по В2-3 сформированы слабо.	Низкий
	Владение В1 и В2 на приемлемом уровне, но в области У1, а также В3 обнаруживается много ошибок, но негрубого характера.	Умеренный
	Владение В1 и В2 на хорошем уровне, но в области У1, а также В3 обнаруживается некоторое количество ошибок в осознании и интерпретации новой информации и полученных результатов.	Достаточный
	Обучаемый демонстрирует необходимые умения и навыки в рамках компетенции в полном объеме.	Высокий

6.2. Описание шкал оценивания

Шкалы и процедуры оценивания этапов формирования компетенций при использовании различных формах контроля, а также процедуры оценивания в ходе устного экзамена представлены в разделе 6.3.

Ниже в форме таблицы приведена шкала оценивания при промежуточной аттестации в форме устного экзамена.

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	На экзамене обучаемый показал высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, а также способность к самостоятельному доказательству новых фактов, заметно отличающихся от рассмотренных в курсе, творческий подход к разрешению нестандартных ситуаций. Имеет отличные результаты выполнения контрольных работ и тестов в семестре. Освоение материала на 100% и выше.
Отлично	Обучаемый показал достаточно высокий уровень подготовки при наличии незначительных погрешностей, способность к самостоятельному доказательству новых фактов, похожих на рассмотренные в курсе. Имеет отличные или очень хорошие результаты выполнения контрольных работ и тестов в семестре. Демонстрирует способность решать дополнительные предложенные задачи, требующие оригинальности мышления. Освоение материала на уровне 90-99%
Очень хорошо	В целом – весьма хорошая подготовка. Обучаемый дает ответы на все теоретические вопросы билета, воспроизводит стандартные доказательства, но с рядом ошибок и неточностей; может решать задачи из всех основных разделов, имеет выполненный лабораторный практикум. Освоение материала на уровне 80-90%
Хорошо	Достаточно хорошая подготовка, но с заметными ошибками или недочетами; получен полный ответ на все теоретические вопросы билета, доказательства, в целом, воспроизводятся, но с рядом ошибок. Практические задания обучаемый выполняет, но с недочетами, лабораторный практикум, в основном, выполнен. Освоение материала на уровне 60-79%
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Обучаемый в значительной части отвечает на все вопросы билета, но с множеством ошибок, не носящих грубого характера; не может воспроизводить стандартные доказательства; имеет задолженности или низкую оценку по лабораторному практикуму или по контрольным работам; предложенные практические задания или тесты выполняет с заметными ошибками. Освоение материала на уровне 35-59%.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточна и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Как правило, имеет задолженности по контрольным работам или лабораторному практикуму и не может правильно решить предложенные практические задачи или теоретические тесты. Освоение материала порядка 15-34%.
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточна. Обучаемый не отвечает на поставленные вопросы, не понимает терминологию; имеет задолженности по контрольным работам или лабораторному практикуму, не знает подходов к решению практических задач. Присутствуют признаки необучаемости. Освоение материала ниже 15%.

При пересчете в пятибалльную шкалу устанавливается следующее соответствие оценок.

Оценка «отлично» соответствует двум: «превосходно» и «отлично»; оценка «хорошо» – двум оценкам: «очень хорошо» и «хорошо»; оценка «удовлетворительно» соответствует оценке «удовлетворительно»; оценка «неудовлетворительно» – двум оценкам: «неудовлетворительно» и «плохо».

Зачет в семестре принимается по итогам текущей успеваемости с учетом результатов контрольной работы. Если по ней студент имеет задолженности, то на зачете он должен выполнить дополнительные задания, тип которых соответствует форме его задолженности.

Шкала оценивания при промежуточной аттестации в форме зачета:

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Полностью выполнены все задания письменных контрольных работ. При наличии задолженностей выполнены дополнительные практические задания без грубых ошибок.
Не зачтено	Наличие задолженностей по письменным контрольным работам, выполнение дополнительных практических заданий с грубыми ошибками.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

Технологии оценивания результатов обучения в виде знаний и отдельных владений

- Экспресс-тестирование с вопросами открытых типов по проверке знания терминологии и фактов из теории (проводится в среднем раз в месяц на практических занятиях, оценивается в дробных баллах от 0 до 5 по доле правильных ответов на пять предложенных коротких вопросов) – для проверки *31(ОПК1)* и *32(ПК2)*, *В1(ПК2)*.
- Письменное тестирование с вопросами открытых типов по теории лабораторного практикума (применяется на экзамене для студентов, имеющих задолженности по теоретической подготовке по темам лабораторного практикума, в качестве допуска к экзамену, оценивается в дробных баллах от 0 до 5 по доле правильных ответов на пять предложенных вопросов) – для проверки *31(ПК2)*, *31(ОПК1)*.
- Индивидуальное или групповое собеседование по теории лабораторного практикума (проводится в начале занятий лабораторного практикума в качестве теоретического допуска, оценивается по двоичной шкале «зачтено»-«не зачтено») – для проверки *31(ПК2)*, *32(ПК2)*.
- Индивидуальное собеседование по теоретическим билетам (проводится в рамках комплексного устного экзамена, результат оценивается по семибалльной шкале) – для проверки *31 (ПК2)*, *32 (ПК2)*, *31 (ОПК1)*, *В1(ПК2)* .
- Письменные ответы на тестовые вопросы по теории (проводится в рамках письменных переэкзаменовок, результат оценивается в баллах от 0 до 5) – для проверки *31(ОПК1)* и *32(ПК2)*, *В1(ПК2)*.

Технологии оценивания результатов обучения в виде умений и владений

- Письменные контрольные работы с комплексными заданиями (проводятся в форме домашних контрольных работ или же аудиторных работ, оцениваются либо баллами в долях от единицы, либо оценкой от 1 до 7) – для проверки *У1(ОПК1)*, *В1(ОПК1)*, *У5(ПК2)*, *В3(ПК2)*.
- Проверка выполнения заданий лабораторного практикума (проводится на занятиях лабораторного практикума, оценивается по двоичной шкале «зачтено»-«не зачтено») – для проверки *У1(ОПК1)*, *В1(ОПК1)*, *В3(ОПК1)*, *У5(ПК2)*, *В2(ПК2)*.
- Решение простых, а также комплексных практических задач (проводится во время устного экзамена или письменной переэкзаменовки) – для проверки *У1(ПК2)*, *У4(ПК2)*, *В3(ПК2)*, *В1(ОПК1)*, *В2(ОПК1)*
- Выполнение заданий на доказательство дополнительных фактов (применяется во время устного экзамена, результат оценивается по качественной трехбалльной шкале: «не выполнено», «частично выполнено», «выполнено») – для проверки *У3(ПК2)*, *В3(ОПК1)*.
- Проведение типовых доказательств по билету (применяется на устном экзамене, результат

оценивается в баллах от 0 до 5) – для проверки *У2(ПК2), В1(ОПК1), В3(ОПК1)*.

Критерии и процедуры оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации в форме устного экзамена

Итоговая оценка уровня овладения компетенциями по дисциплине «Уравнения математической физики» в значительной части определяется в результате проведения устного экзамена. При этом учитываются результаты процедур оценивания, полученные на предварительных формах контроля, указанных выше: экспресс-тестирование, результаты собеседований по теории, результаты выполнения заданий компьютерного практикума, результаты контрольных работ. При этом, если по одной или нескольким указанным формам контроля студент имеет достаточно низкие результаты (а именно, менее трети от максимально возможного по данной форме), то на экзамене до ответа по билету он должен выполнить (с результатом выше указанного минимального уровня) предварительные дополнительные задания, тип которых соответствует форме его задолженности (письменные ответы на тестовые вопросы по теории, письменное тестирование с вопросами открытых типов по теории предмета, решение простых, а также комплексных практических задач). Если указанные задания на должном минимальном уровне не выполняются, на экзамене ставится оценка «плохо» или «неудовлетворительно».

Если задолженности сдаются на допустимом уровне, то студент получает билет по теории, а уровень его практических умений и навыков оценивается по уровню выполнения этих заданий допуска. Если же задолженностей по практическим занятиям и компьютерному практикуму не было, то уровень его практических умений и навыков оценивается по результатам выполнения форм контроля на практических занятиях в ходе обучения (контрольных работ и экспресс-тестирования). Этот уровень учитывается в оценке, полученной на экзамене. Основное влияние на эту оценку оказывает ответ по полученному билету, а также ответы на дополнительные вопросы по теории и результаты решения дополнительных практических задач. Оценка экзамена носит экспертный характер и непосредственно отражает уровень сформированности компетенций, поддерживаемых дисциплиной. Оценка ставится по принятой в ННГУ семибалльной шкале, описанной в разделе 6.2.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

6.4.1. Типовые примеры заданий для контрольной работы
(оценка формирования компетенций *ОПК1, ПК-1, ПК2*)

Вариант 1

1. Найти коэффициент передачи динамического звена, если его переходная функция равна

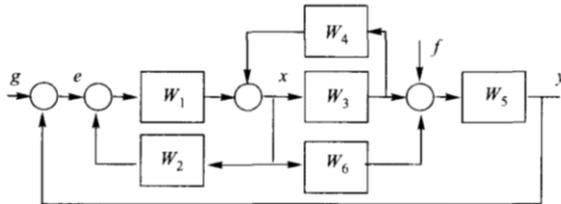
$$h(t) = 1 + 10e^{-5t} \sin\left(10t + \frac{\pi}{6}\right).$$

2. Используя критерий Рауса – Гурвица (или Ляпунова – Шипара), исследовать устойчивость системы управления, заданной уравнением (y – вход, u – выход):

$$\frac{d^4 y}{dt^4} + 5 \frac{d^3 y}{dt^3} + 6 \frac{d^2 y}{dt^2} + 12 \frac{dy}{dt} + 10y = 7u.$$

3. Для системы, изображенной на рисунке, определить следующие передаточные функции:

- а) K_{yg} – передаточную функцию относительно входа g и выхода y ;
 б) K_{ef} – передаточную функцию относительно входа f и выхода e .



4. Составить передаточную функцию и построить амплитудно-частотную, фазочастотную и амплитудно-фазовую частотные характеристики для пассивного четырехполюсника, изображенного на рис. 1. Параметры системы: $R_1 = 15$ кОм, $R_2 = 5$ кОм, $L_2 = 20$ Гн.

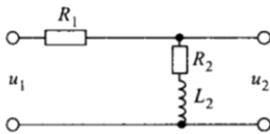


Рис. 1



Рис. 2

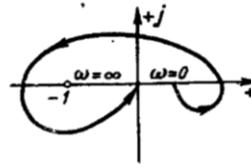


Рис. 3

5. По виду годографа Михайлова, приведенного на рис. 2, определить число корней характеристического уравнения 5-го порядка в правой и левой полуплоскостях.
 6. По критерию Михайлова – Найквиста определить устойчивость замкнутой системы, если годограф системы в разомкнутом состоянии изображен на рис. 3. Известно, что число корней характеристического уравнения разомкнутой системы, расположенных в правой полуплоскости комплексной плоскости равно 2.

Критерии оценок выполнения контрольной работы

(каждая задача оценивается в 1 балл)

Решена полностью	1
Решена основная часть задачи, или задача решена с недочетами	0.75
Решена задача наполовину	0.50
Сделан первый этап в решении задачи	0.25
Нет решения	0

Суммарная оценка выполнения контрольной работы

Количество баллов	Оценка
5.25 – 6.0	Отлично
4.25 – 5.0	Очень хорошо
3.25 – 4.0	Хорошо
2.25 – 3.0	Удовлетворительно
1.25 – 2.0	Неудовлетворительно
0.00 - 1.0	Плохо

Примеры практических задач на экзамене (оценка формирования ОПК1, ПК2)

1. Задача из раздела «Теория линейных систем автоматического регулирования»
Решить заданное линейное дифференциальное уравнение, используя преобразование Лапласа.

2. Задача из раздела «Метод D -разбиения»

Построить область устойчивости САР при заданном коэффициенте передачи.

3. Задача из раздела «Информационная теория передачи сообщений»

7. Источник генерирует последовательности, состоящие из нулей и единиц. Вероятность появления каждого следующего символа зависит от двух предыдущих. Если два предыдущих символа одинаковые, то вероятность появления такого же равна 0,125. В том случае, когда два предыдущих символа различные, то с равными вероятностями может появиться любой из символов. Из какого количества символов состоит типичное сообщение источника, содержащее 1500 *бит* информации?

Пример экзаменационного билета

(оценка формирования ОПК1, ПК2)

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет

Институт
ИТММ

Кафедра ТУиДС

Дисциплина *Теория управления*

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Устойчивость САР. Критерий Михайлова.

2. Система прямого регулирования

3. Задача.

Зав.кафедрой _____ Г.В.Осипов

Экзаменатор _____ Л.В.Коган

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) основная литература

1. Зубов В.И. Лекции по теории управления. М.: Лань. 2009. – Электронная библиотечная система «Издательства Лань», 2016, URL: режим доступа <https://e.lanbook.com>
2. Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления. М.: Лань. 2016. – Электронная библиотечная система «Издательства Лань», 2016, URL: режим доступа <https://e.lanbook.com>
3. Неймарк Ю. И., Коган Н. Я., Савельев В. П. Динамические модели теории управления. М.: Наука, 1985.-400 с. (144 экз).
4. Неймарк Ю. И. Математические модели в естествознании и технике. Н. Новгород: Изд-во Изд-во Нижегород. ун-та, 2004. – 401 с.(161 экз).
5. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. М.: Лань. 2013. – Электронная библиотечная система «Издательства Лань», 2016, URL: режим доступа <https://e.lanbook.com>
6. Певзнер Л.Д. Теория систем управления. М.: Лань. 2013. – Электронная библиотечная система «Издательства Лань», 2016, URL: режим доступа <https://e.lanbook.com>
7. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. М.: Лань. 2015. – Электронная библиотечная система «Издательства Лань», 2016, URL: режим доступа <https://e.lanbook.com>

б) дополнительная литература.

1. Айзерман М.А. Теория автоматического регулирования. М.: Наука, 1966. 452 с. (30 экз.)
2. Неймарк Ю. И. Операционные системы исчисления и линейные динамические системы: Учеб. пособие. Н. Новгород: Изд-во Нижегород. ун-та, 1991. 58 с. (128 экз.)
3. Андронов А.А., Витт А.А., Теория колебаний. М.: Физматгиз, 1959. -915 с. (53 экз.)
4. Неймарк Ю.И. Динамические системы и управляемые процессы. М.: Наука, 1976. 336с. (37 экз).
5. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. М.: Наука, 1968. -463 с. (31 экз.)
6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1964. 664 с. (22 экз)

в) Интернет- ресурсы

1. Научная электронная библиотека режим доступа <http://elibrary.ru/>
2. EqWorld. Мир математических уравнений Электронный ресурс, содержащий электронные версии книг..Режим доступа <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Имеются в наличии учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет». Наличие рекомендованной литературы

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по направлению «01.03.02 Прикладная математика и информатика» (профиль «Системный анализ, исследование операций и управление»).

Авторы: каф ТУи ДС к.ф.-м.н.доцент _____ Коган Л.В.,

асс каф.ТУи ДС _____ Бирюков Р.С.,

асс.каф ТУиДС _____ Кадина Е.Ю.

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой ТУиДС, д.ф.-м.н. _____ Осипов Г.В.

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики ННГУ им. Н.И. Лобачевского от _____ года, протокол № _____.