

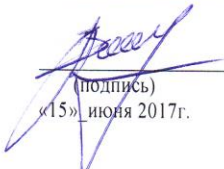


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП
09.06.01 Информатика и вычислительная техника


(подпись)
«15» июня 2017г.

К.В. Змеу
(Ф.И.О.)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
Технологий промышленного производства


Для документов
«15» июня 2017г.

К.В. Змеу
(Ф.И.О.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Быстрое прототипирование систем управления

Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»

Форма подготовки очная

курс 2 семестр 4
лекции 9 час.
практические занятия 9 час.
в том числе с использованием МАО лек. 2/лаб. 2
всего часов аудиторной нагрузки 18 час.
в том числе с использованием МАО 4 час.
самостоятельная работа 90 час.
в том числе на подготовку к экзамену 18 час.
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 № 875

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологий промышленного производства, протокол № 10 от «15» июня 2017г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент Змеу К.В.
Составитель: к.т.н., доцент Ноткин Б.С.

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация рабочей программы дисциплины «Быстрое прототипирование систем управления»

Дисциплина «Быстрое прототипирование систем управления» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (9 час.), лабораторные работы (9 час.), самостоятельная работа аспиранта (90 час.). Дисциплина реализуется на 2 курсе в четвертом семестре.

Дисциплина «Быстрое прототипирование систем управления» относится к дисциплине по выбору вариативной части учебного плана.

Дисциплине «Быстрое прототипирование систем управления» предшествует освоение дисциплин: «Современная теория управления», «Модельно-ориентированное исследование промышленных объектов и систем», «Автоматизация промышленных установок». Содержание разделов дисциплины «Быстрое прототипирование систем управления» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно: «Оптимальные, адаптивные и интеллектуальные системы автоматического управления», «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)».

Целью освоения дисциплины «Быстрое прототипирование систем управления» является формирование у аспирантов знаний о системах управления реального времени, их аппаратного и программного обеспечения, принципах и методах быстрого прототипирования встраиваемых систем, практическое закрепление навыков модельно-ориентированного проектирования, постановки и обработки результатов эксперимента.

Задачи:

- закрепление и развитие у аспирантов навыков модельно-ориентированного проектирования, планирования, обработки и анализа результатов эксперимента, изучения методов верификации математических моделей технических объектов и процессов;

- изучение принципов быстрого прототипирования систем управления и освоение основных программных сред модельно-ориентированного проектирования, поддерживающих автоматическую генерацию и отладку программного кода для встраиваемых систем;

- изучение особенности сопряжения аппаратных и программных средств, функционирующих в режиме реального времени в замкнутом контуре системы автоматического управления;

- изучение инструментальных средств для проектирования, исследования, анализа и настройки систем автоматического управления.

Для успешного изучения дисциплины «Быстрое прототипирование систем управления» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);

- способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);

- способность строить и верифицировать математические модели систем управления процессами и объектами в технических системах на основе современных аналитических и численных методов с применением средств вычислительной техники, специализированных или универсальных программных продуктов, современных контрольно-измерительных комплексов; владение навыками численного и натурального эксперимента; умение анализировать и обобщить результаты эксперимента (ПК-3);

- умение разрабатывать и создавать на уровне макетов и прототипов системы автоматического управления, выполнять наладку и исследование

таких систем, а также исследование, усовершенствование, наладку полномасштабных систем автоматического управления промышленными (техническими) объектами и процессами (ПК-4);

- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3).

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные/ профессиональные/ универсальные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Знает	современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области профессиональной деятельности
	Умеет	использовать результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности
	Владеет	методологическими основами современной науки, навыками планирования и обработки результатов научного эксперимента
ОПК-3 способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	Знает	основные принципы планирования и реализации научно-исследовательских и поисковых исследований
	Умеет	планировать научно-исследовательские и поисковые исследования в зависимости от поставленных целей и задач
	Владеет	способностью к разработке новых методов теоретического и экспериментального решения научных задач
ПК-3 способность строить и верифицировать математические модели систем	Знает	современные методы математического описания, численного и аналитического исследования моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе
	Умеет	применять современные программные продукты,

<p>управления процессами и объектами в технических системах на основе современных аналитических и численных методов с применением средств вычислительной техники, специализированных или универсальных программных продуктов, современных контрольно-измерительных комплексов; владение навыками численного и натурального эксперимента; умение анализировать и обобщить результаты эксперимента</p>	<p>Владеет</p>	<p>теоретические и экспериментальные методы построения математических моделей технических систем, выполнять их верификацию, исследование и анализ</p> <p>навыками планирования и проведения экспериментов, статистической обработки и интерпретации их результатов с целью оценки достоверности получаемых математических моделей динамических объектов и процессов</p>
<p>ПК-4 умение разрабатывать и создавать на уровне макетов и прототипов системы автоматического управления, выполнять наладку и исследование таких систем, а также исследование, усовершенствование, наладку полномасштабных систем автоматического управления промышленными (техническими) объектами и процессами</p>	<p>Знает</p> <p>Умеет</p> <p>Владеет</p>	<p>методы современной теории автоматического управления, информационных технологий и системного анализа</p> <p>выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации, обосновывать принимаемые решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности; разрабатывать нормативно-техническую документацию на проектируемые системы и установки, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненных работ</p> <p>опытом составления технических заданий и участия в разработке аппаратных и/или программных средств систем автоматического управления</p>
<p>УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том</p>	<p>Знает</p>	<p>методы научно-исследовательской деятельности; основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира</p>

числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	Умеет	использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений
	Владеет	технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований
УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Знает	особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
	Умеет	следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач; осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом
	Владеет	навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах; технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке; технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач; различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекции (9 часов)

Раздел I. Понятие прототипа и техники его построения (3 часов)

Тема 1. Вводная лекция (1 час)

Принципы быстрого прототипирования систем автоматического управления как способ сократить путь от модели до промышленного прототипа. Лидирующие программные продукты, поддерживающие концепцию быстрого протитипирования и позволяющие автоматически получать код для встраиваемых систем. Краткое знакомство с продуктами компании MathWorks, реализующими технологию быстрого прототипирования.

Тема 2. Особенности построения моделей реальных объектов и процессов (2 часа)

Теоретические способы описания динамических процессов. Практические ограничения на входные и выходные сигналы; неполнота, погрешность и зашумленность измерительных данных; наличие нелинейных и нестационарных характеристик.

Раздел II. Цифровая система управления на базе персонального компьютера (3 часов)

Тема 1. Цифровые системы управления и их ключевые особенности (1 час)

Дискретность, квантование по времени и уровню, время выполнения операций, режим реального времени, устройства ввода/вывода (ЦАП/АЦП, дискретные сигналы), типовые аппаратные модули (счетчики, формирователи ШИМ сигналов).

Тема 2. Быстрое прототипирование систем управления с использованием MATLAB/Real-Time Windows Target (2 часа)

Поддерживаемые устройства периферии, платы ввода/вывода. Блоки драйверов для плат ввода-вывода: аналоговые, цифровые, импульсные, энкодеры, трансформаторы, пассивные компоненты, аудио, совместно используемая память, ПЛИС.

Раздел III. Генерация управляющих программ для встраиваемых систем (3 часов)

Тема 1. Быстрое прототипирование систем управления с использованием MATLAB/xPC Target (1,5 часа)

Двухмашинная реализации системы быстрого прототипирования, особенности построения и реализации управляющих моделей. Обзор технических характеристик семейства аппаратных модулей xPC Target Turnkey.

Тема 2. Типы встраиваемых систем, аппаратные особенности, языки программирования (1,5 часа)

Автоматическая генерация кода для встраиваемых систем: обзор продуктов MATLAB. Автоматическая генерация приложений реального времени из моделей Simulink для специализированных процессоров, плат ввода-вывода, протоколов и ПЛИС.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные работы (9 часов)

Лабораторная работа №1. Изучение влияния погрешностей измерения и шумов квантования в каналах обратных связей на свойства систем автоматического управления (1 час)

Лабораторная работа №2. Изучение влияния нелинейных и нестационарных свойств динамических объектов на свойства и качественные показатели систем автоматического управления (1 час)

Лабораторная работа № 3. Построение модели бака с жидкостью и ее верификация по экспериментальным данным (1 час)

Лабораторная работа №4. Синтез, анализ и быстрое прототипирование системы управления уровнем жидкости в баке (1 час)

Лабораторная работа №5. Построение модели магнитного подвеса и ее верификация по экспериментальным данным (1 час)

Лабораторная работа №6. Синтез, анализ и быстрое прототипирование системы управления магнитным подвесом (1 час)

Лабораторная работа № 7. Построение модели аэродинамической установки СЕ-150 и ее верификация по экспериментальным данным (1 час)

Лабораторная работа №8. Синтез, анализ и быстрое прототипирование системы управления аэродинамической установки СЕ-150 (1 час)

Лабораторная работа №9. Быстрое прототипирование систем автоматического управления средствами продуктов MATLAB/xPC Target и MATLAB/Real-Time Windows Target; автоматическая генерация С и С++ кода из программ и моделей MATLAB средствами MATLAB Coder, Simulink Coder, Embedded Coder; автоматическая генерация Verilog и VHDL-кода по Simulink моделям средствами HDL Coder для ПЛИС (1 час)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Быстрое прототипирование систем управления» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся, критерии оценки и рекомендации по выполнению.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Понятие прототипа и техники его построения	ОПК-1 ПК-3 УК-3	знает: современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных	собеседование, контроль выполнения	экзамен вопросы 1-8

			<p>работ в области профессиональной деятельности; особенности представления результатов научной деятельности; современные методы математического описания, численного и аналитического исследования моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе</p> <p>умеет: применять теоретические и экспериментальные методы построения математических моделей технических систем, выполнять их верификацию, исследование и анализ</p> <p>владеет: навыками планирования и проведения экспериментов; навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем</p>	самостоятельных работ, защита ЛР № 1-2	
2	Раздел II. Цифровая система управления на базе персонального компьютера	ОПК-1 ПК-4	<p>знает: методы современной теории автоматического управления, информационных технологий и системного анализа</p> <p>умеет: использовать результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности; планировать научно-исследовательские и поисковые исследования</p>	<p>собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ, защита ЛР № 3-8</p>	экзамен вопросы 9-15

			владеет: опытом составления технических заданий и участия в разработке аппаратных и/или программных средств систем автоматического управления		
3	Раздел III. Генерация управляющих программ для встраиваемых систем	ОПК-1 ОПК-3 ПК-4 УК-2	<p>знает: методы научно-исследовательской деятельности; основные принципы планирования и реализации научно-исследовательских и поисковых исследований</p> <p>умеет: выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации</p> <p>владеет: способностью к разработке новых методов теоретического и экспериментального решения научных задач; методологическими основами современной науки, навыками планирования и обработки результатов научного эксперимента</p>	собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ, защита ЛР № 9	экзамен вопросы 16-20

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Гудвин Г. К. Проектирование систем управления / Г. К. Гудвин, С. Ф. Гребен, М. Э. Сальгадо; пер. с англ. А. М. Епанешникова. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2012. – 911 с.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668176&theme=FEFU>

2. Жуков К.Г. Модельное проектирование встраиваемых систем в LabVIEW. - М.: ДМК Пресс, 2011. – 688 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39982

3. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учебное пособие/ Ощепков, А. Ю. — С-П.: Лань, 2013 .— 208 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5848

4. Тяжев А.И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: учебник/ Тяжев А.И.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016.— 164 с
<http://www.iprbookshop.ru/71889.html>

5. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 224 с.
<https://e.lanbook.com/book/71753>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Алексеев А. А. Идентификация и диагностика систем: учебник для вузов / А. А. Алексеев, Ю. А. Кораблев, М. Ю. Шестопапов. – М.: Академия, 2009. – 352 с.-1 экз.
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:290942&theme=FEFU>

2. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н. В. Голубева. — С-П.: Лань, 2013.— 192 с.

<https://e.lanbook.com/book/76825>

3. Проектирование встраиваемых систем на микроконтроллерах [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ А.А. Роженцов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015.— 120 с

<http://www.iprbookshop.ru/75440.html>

4. Федосенков Б.А. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: современные разделы теории управления. Учебное пособие/ Федосенков Б.А.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2014.— 153 с

<http://www.iprbookshop.ru/61292.html>

5. Федотов А.В. Основы теории автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Федотов А.В.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный технический университет, 2012.— 279 с

<http://www.iprbookshop.ru/37832.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Лаборатория дистанционного доступа к оборудованию для экспериментов по изучению систем автоматического управления Automatic Control Telelab:

<http://act.dii.unisi.it/home.php>

Онлайн курсы на Национальной платформе открытого образования openedu.ru, рекомендуемые для закрепления и/или более глубокого изучения материала при самостоятельной работе.

1. Управление мехатронными и робототехническими системами:

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/ROBCTR/>

2. Системы автоматизированного проектирования:

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/FUSENG/>

3. Элементы систем автоматического управления:

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/ACSE/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус Е, ауд. Е 423, компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Microsoft Office – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.)- лицензия Standard Enrollment № 62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18; AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения- Срок действия лицензии 10.09.2020. № договора 110002048940 в личном кабинете Autodesk; SprutCAM - Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; СПРУТ-ОКП - Системы управления процессами организации, Информационные системы для решения специфических отраслевых задач (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; СПРУТ-ТП - Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением (10 учебных лицензий, 1 коммерческая) Сублицензионный договор №15-04-59 от 10.12.2015; КОМПАС-3D - Прикладное программное обеспечение общего назначения, Информационные системы для решения специфических отраслевых задач, Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием и внедрением- договор 15-03-53 от 02.12.2015 Полная версия - Компас 3D v17. Key 566798581 (Vendor 46707). Количество лицензий 250 штук.; Siemens PLM: NX10 (52 учебных лицензии, 1 коммерческая), Teamcenter 10 (52 учебных лицензии, 1 коммерческая), Tecnomatix (12 учебных версий) Контракт №ЭА-011-14 от 3 апреля 2014; SolidWorks Education Edition Campus (500 академических лицензий) Договор №15-04-101 от 23.12.2015; Materialise Mimics Innovation Suite 15 (1 коммерческая лицензия), Materialise Magics 17 (1 коммерческая лицензия) Договор 13.G37.31.0010; DELLCAM PowerINSPECT (1 коммерческая лицензия), DELLCAM PowerSHAPE (1 коммерческая лицензия),DELLCAM PowerMILL (1 коммерческая лицензия), DELLCAM FeatureCAM (1 коммерческая лицензия) Контракт №ЭА-246-13 от 06.02.2014;</p>

	Honeywell: UniSim Design, Profit Design Studio R 430 Договор SWS14 между ДВФУ и ЗАО "Хоневелл", протокол передачи ПО от 25.11.2014; ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018.
690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус L, ауд. L 210, лаборатория Промышленной автоматизации. Аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	KUKA.WorkVisual (10 учебных лицензий) Договор № 20 00216116 0 000011 01 000287 41; KUKA.Sim Pro (10 учебных лицензий)Договор № 20 00202267 0 000011 02 000704 94; OKUMA One Touch IGF (4 учебных лицензии) ПО представлено в симуляторах OKUMA C№С.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины «Быстрое прототипирование систем управления» существенное внимание отводится самостоятельной работе аспирантов. Эта работа должна выполняться аспирантами своевременно, в темпе знакомства с материалами занятий, утвержденном календарным планом дисциплины. На основе оценки качества и своевременности выполнения самостоятельной работы осуществляется контроль текущей и промежуточной успеваемости аспирантов. Для повышения мотивации аспирантов задачи для самостоятельной работы тематически привязываются к темам диссертационных исследований, а оценка качества их выполнения осуществляется в соревновательной форме.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для организации самостоятельной работы аспирантам доступно следующее лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности:

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус Е, ауд. Е 423, компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 25). Место преподавателя (стол, стул), Оборудование: компьютер [HDD 2 TB; SSD 128 GB; комплектуется клавиатурой, мышью, монитором AOC 28” LI2868POU.30AGCT01WW P300. LENOVO](16 шт); Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty (25 шт.)</p>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корпус L, ауд. L 210, лаборатория Промышленной автоматизации. Аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (рабочих мест – 30). Место преподавателя (стол, стул), Оборудование: Оборудование электронное для создания двух стендов SIMOTION D Стенд с модульной приводной системой SINAMICS S120 Стенд с модульной приводной системой SINAMICS S120 Стенд с модульной универсальной системой ЧПУ SINUMERIK 840D SL PN (SIEMENS) Стенд с модульной универсальной системой ЧПУ SINUMERIK 840D SL PN (SIEMENS) Стенд с моноблочной приводной системой SINAMICS S120 COMBL DRIVE RACK (SIEMENS) Стенд с моноблочной приводной системой SINAMICS S120 COMBL DRIVE RACK (SIEMENS) Стенд с моноблочной системой ЧПУ (токарный вариант) SINUMERIK 828D Turning (SIEMENS) Стенд с моноблочной системой ЧПУ (фрезерный вариант) SINUMERIK 828D Milling (SIEMENS) Симулятор ЧПУ OKUM для фрезерных обрабатывающих центров Симулятор ЧПУ OKUM для фрезерных обрабатывающих центров Симулятор ЧПУ Okuma для токарно-фрезерных обрабатывающих центров Симулятор ЧПУ Okuma для токарно-фрезерных обрабатывающих центров Контроллер Siemens Demokoffer HPTA - 1 шт</p>
<p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеомонитором с возможностью регуляции цветных спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами,

оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Быстрое прототипирование систем управления»

**Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная
техника**

**профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами (по отраслям)»**

Форма подготовки очная

Владивосток

2017

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1-5 неделя	Задачи для закрепления материалов по Разделу I. Понятие прототипа и техники его построения; подготовка к лабораторным работам № 1-2	16	собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ, защита ЛР № 1-2
2	6-15 неделя	Задачи для закрепления материалов по Разделу II. Цифровая система управления на базе персонального компьютера; подготовка к лабораторным работам № 3-8	30	собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ, защита ЛР № 3-8
3	16-17 неделя	Задачи для закрепления материалов по Разделу III. Генерация управляющих программ для встраиваемых систем; подготовка к лабораторной работе № 9	26	собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ, защита ЛР № 9
4	18 неделя	Подготовка к экзамену	18	экзамен

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся, критерии оценки и рекомендации по выполнению

Самостоятельной работе при освоении дисциплины «Быстрое прототипирование систем управления» отводится существенное место. Своевременность и результат выполнения самостоятельных работ являются определяющими при оценке успеваемости аспирантов. В рамках дисциплины, обучающиеся выполняют три типа самостоятельных работ.

а) Задание в форме группы задач с нарастающей сложностью и пропорционально возрастающим баллом за решение. Для мотивации

аспирантов используется соревновательная форма, где критерием успеха выступает суммарный балл.

б) Задание выраженного состязательного характера, где явно задается количественный критерий качества решения, в соответствии с которым распределяются баллы между аспирантами.

в) Индивидуальное задание, выполняемое в рамках тематики диссертационного исследования аспиранта.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Быстрое прототипирование систем управления»
**Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная
техника**
профиль «Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами (по отраслям)»
Форма подготовки очная

Владивосток
2017

Паспорт ФОС

по дисциплине «Быстрое прототипирование систем управления»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	Знает	современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области профессиональной деятельности
	Умеет	использовать результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности
	Владеет	методологическими основами современной науки, навыками планирования и обработки результатов научного эксперимента
ОПК-3 способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	Знает	основные принципы планирования и реализации научно-исследовательских и поисковых исследований
	Умеет	планировать научно-исследовательские и поисковые исследования в зависимости от поставленных целей и задач
	Владеет	способностью к разработке новых методов теоретического и экспериментального решения научных задач
ПК-3 способность строить и верифицировать математические модели систем управления процессами и объектами в технических системах на основе современных аналитических и численных методов с применением средств вычислительной техники, специализированных или универсальных программных продуктов, современных контрольно-измерительных комплексов; владение	Знает	современные методы математического описания, численного и аналитического исследования моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе
	Умеет	применять современные программные продукты, теоретические и экспериментальные методы построения математических моделей технических систем, выполнять их верификацию, исследование и анализ
	Владеет	навыками планирования и проведения экспериментов, статистической обработки и интерпретации их результатов с целью оценки достоверности получаемых математических моделей динамических объектов и процессов

навыками численного и натурального эксперимента; умение анализировать и обобщить результаты эксперимента		
ПК-4 умение разрабатывать и создавать на уровне макетов и прототипов системы автоматического управления, выполнять наладку и исследование таких систем, а также исследование, усовершенствование, наладку полномасштабных систем автоматического управления промышленными (техническими) объектами и процессами	Знает	методы современной теории автоматического управления, информационных технологий и системного анализа
	Умеет	выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации, обосновывать принимаемые решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности; разрабатывать нормативно-техническую документацию на проектируемые системы и установки, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненных работ
	Владеет	опытом составления технических заданий и участия в разработке аппаратных и/или программных средств систем автоматического управления
УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	Знает	методы научно-исследовательской деятельности; основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира
	Умеет	использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений
	Владеет	технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований
УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Знает	особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
	Умеет	следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач; осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных

		исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом
	Владеет	<p>навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах; технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке;</p> <p>технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач;</p> <p>различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач</p>

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Раздел I. Понятие прототипа и техники его построения	ОПК-1 ПК-3 УК-3	знает: современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области профессиональной деятельности; особенности представления результатов научной деятельности; современные методы математического описания, численного и аналитического исследования моделей различных физических процессов и техни-	собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ, защита ЛР № 1-2	экзамен вопросы 1-8

			<p>ческих устройств на их основе</p> <p>умеет: применять теоретические и экспериментальные методы построения математических моделей технических систем, выполнять их верификацию, исследование и анализ</p> <p>владеет: навыками планирования и проведения экспериментов; навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем</p>		
2	Раздел II. Цифровая система управления на базе персонального компьютера	ОПК-1 ПК-4	<p>знает: методы современной теории автоматического управления, информационных технологий и системного анализа</p> <p>умеет: использовать результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности; планировать научно-исследовательские и поисковые исследования</p> <p>владеет: опытом составления технических заданий и участия в разработке аппаратных и/или программных средств систем автоматического управления</p>	<p>собеседование, контроль выполнения самостоятельных работ, защита ЛР № 3-8</p>	<p>экзамен вопросы 9-15</p>
3	Раздел III. Генерация управляющих программ для встраиваемых систем	ОПК-1 ОПК-3 ПК-4 УК-2	<p>знает: методы научно-исследовательской деятельности; основные принципы планирования и реализации научно-</p>	<p>собеседование, контроль выполнения самостояте</p>	<p>экзамен вопросы 16-20</p>

			исследовательских и поисковых исследований	льных работ, защита ЛР № 9	
			умеет: выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации		
			владеет: способностью к разработке новых методов теоретического и экспериментального решения научных задач; методологическими основами современной науки, навыками планирования и обработки результатов научного эксперимента		

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОПК-1 владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	современные проблемы и методологию теоретических и экспериментальных работ в области профессиональной деятельности	особенности, назначение и возможности современных программных сред моделирования систем автоматического управления	методы анализа устойчивости замкнутых САУ	45-64
	умеет (продвинутый)	использовать результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	формулировать цели и задачи численных экспериментов	выбрать и обосновать метод численного интегрирования	65-84
	владеет (высокий)	методологическими основами современной науки, навыками планирования и обработки результатов научного эксперимента	навыками модельно-ориентированного проектирования систем автоматического управления	навыками линеаризации динамических систем	85-100
ОПК-3	знает	основные	основные подходы	способы описания	45-64

способность к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	(пороговый уровень)	принципы планирования и реализации научно-исследовательских и поисковых исследований	современной теории автоматического	линейных динамических объектов	
	умеет (продвинутый)	планировать научно-исследовательские и поисковые исследования	выполнять планирование экспериментов с учетом поставленных целей и задач	строить модели нелинейных динамических систем	65-84
	владеет (высокий)	способностью к разработке новых методов теоретического и экспериментального решения научных задач	навыками синтеза систем управления сложными динамическими объектами	техниками синтеза современных САУ	85-100
ПК-3 способность строить и верифицировать математические модели систем управления процессами и объектами в технических системах на основе современных аналитических и численных методов с применением средств вычислительной техники, специализированных или универсальных программных продуктов, современных контрольно-измерительных комплексов; владение навыками численного и натурального эксперимента; умение анализировать и обобщить результаты эксперимента	знает (пороговый уровень)	современные методы математического описания, численного и аналитического исследования моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе	основные подходы к идентификации динамических объектов	методы параметрической идентификации передаточных функций	45-64
	умеет (продвинутый)	применять современные программные продукты для построения и анализа математических моделей технических систем	применять теоретические и экспериментальные методы построения математических моделей технических систем, выполнять их верификацию, исследование и анализ	выбирать структуру динамической модели для задачи параметрической идентификации	65-84
	владеет (высокий)	навыками планирования и проведения экспериментов для идентификации математических моделей динамических объектов и процессов	навыками статистической обработки и интерпретации результатов идентификации динамических моделей с целью оценки их достоверности	навыками постановки эксперимента для верификации модели динамического процесса	85-100
ПК-4 умение разрабатывать и создавать на уровне макетов и прототипов	знает (пороговый уровень)	методы современной теории автоматического управления,	подходы к фильтрации сигналов в каналах обратных связей систем	методики реализации динамических фильтров с заданными	45-64

системы автоматического управления, выполнять наладку и исследование таких систем, а также исследование, усовершенствование, наладку полномасштабных систем автоматического управления промышленными (техническими) объектами и процессами		информационных технологий и системного анализа	автоматического управления	частотными характеристиками	
	умеет (продвинутый)	выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации	обосновывать принимаемые решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	разрабатывать нормативно-техническую документацию на проектируемые системы и устанавливать, оформлять научно-технические отчеты по результатам выполненных работ	65-84
	владеет (высокий)	опытом составления технических заданий	опытом разработки аппаратных и/или программных средств систем автоматического управления	навыками настройки регуляторов систем автоматического управления	85-100
УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	знает (пороговый уровень)	методы научно-исследовательской деятельности;	основные концепции современной философии науки, основные стадии эволюции науки, функции и основания научной картины мира	основы проектирования сложных технических систем	45-64
	умеет (продвинутый)	использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений	выполнять комплекс анализ характеристик замкнутых динамических систем	проводить анализ устойчивости замкнутых динамических систем	65-84
	владеет (высокий)	навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития	технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований	навыками реализации систем прогнозирующего управления	85-100
УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по	знает (пороговый уровень)	особенности представления результатов научной деятельности в устной и	нормы работы в российских и международных исследовательских коллективах	специфику решения научных и научно-образовательных задач при участии международных	45-64

решению научных и научно-образовательных задач		письменной форме		исследовательских коллективов	
	умеет (продвинутый)	следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач;	осуществлять личный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом	подбирать литературу по теме, составлять двуязычный словарь, переводить и реферировать специальную литературу	65-84
	владеет (высокий)	навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах;	технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке;	технологиями планирования деятельности в рамках работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач	85-100

Критерии оценки

100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать

аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины «Быстрое прототипирование систем управления»

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине «Быстрое прототипирование систем управления»

Перечень типовых вопросов к экзамену

1. Общие принципы, назначение и область применения быстрого прототипирования систем автоматического управления.
2. Требования к программному и аппаратному обеспечению систем быстрого прототипирования.
3. Основные архитектуры систем быстрого прототипирования среды MATLAB, их назначение, преимущества и недостатки.
4. Программно-аппаратные имитаторы технических объектов управления.
5. Связь модельно-ориентированного проектирования и быстрого прототипирования.
6. Теорема Котельникова, примеры ее применения при синтезе дискретных систем управления.
7. Микропроцессоры и микроконтроллеры во встраиваемых системах.
8. Периферия микроконтроллеров, назначение специализированных входов и выходов.
9. Техника настройки П-, ПИ- и ПИД-регуляторов реальных объектов методом проб и ошибок.
10. САУ реального времени, основные вопросы технической реализации.
11. Сигналы в системах реального времени, их типы и назначение.
12. Техническая реализация каналов обратной связи систем автоматического управления, обеспечение помехозащищенности, калибровка, фильтрация.
13. Типы встраиваемых систем, аппаратные особенности, языки программирования.
14. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи.
15. Особенности построения математических моделей объектов и процессов в системах быстрого прототипирования.
16. Сценарии верификации параметров математических моделей.
17. Быстрое прототипирование в среде MATLAB/Real-Time Windows Target.
18. Быстрое прототипирование в среде MATLAB/xPC Target.
19. Автоматическая генерация кода для встраиваемых систем.
20. Автоматическая генерация C и C++ кода в среде MATLAB, способы контроля и отладки.

Образец экзаменационного билета

Вопросы к экзамену по дисциплине «Быстрое прототипирование систем управления»

Билет № 1

1. Программно-аппаратные имитаторы технических объектов управления
2. Теорема Котельникова
3. Автоматическая генерация кода для встраиваемых систем

Каждый экзаменационный билет содержит три случайных вопроса, охватывающие тематику трех разделов учебного плана дисциплины.

Критерии выставления оценки аспиранту на экзамене по дисциплине «Быстрое прототипирование систем управления»

Оценка **«отлично»** выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется аспиранту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет *практические работы*. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.