

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В. Г. Шухова)


Согласовано
Директор института
Инженерно-технологического факультета
Магистратуры
И. В. Космачева
« 30 » мая 20 23 г.


Утверждаю
Директор института ИТУС
А. В. Белоусов
« 30 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

Цифровая обработка сигналов

Направление подготовки (специальность):

27.04.04 Управление в технических системах

Направленность программы (профиль, специализация):

Управление и информатика в технических системах

Квалификация:

магистр

Форма обучения

очная

Институт Магистратуры

Кафедра Технической кибернетики

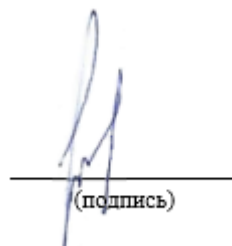
Белгород 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 27.04.04 Управление в технических системах (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 942 от 11 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2023 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук
(ученая степень и звание)



(подпись)

Е. Б. Кариков
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«12» мая 2023 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень и звание)



(подпись)

Д. А. Бушуев
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
«29» мая 2023 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень и звание)



(подпись)

А. Н. Семернин
(инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	ОПК-4. Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами	ОПК-4.2 Осуществляет оценку эффективности результатов разработки систем управления на основе использования математических и эмпирических методов цифровой обработки сигналов	<p>Знать: существующие обработки сигналов и подходы применения информационных технологий для работы с матричными методами при разработке мехатронных систем и БАС, проведении исследований в сфере профессиональной деятельности или на стыке научных направлений.</p> <p>Уметь: самостоятельно применять знания методов обработки сигналов при решении практических задач и разработке мехатронных систем и БАС; применять информационные технологии в задачах, использующих матричные методы; ставить цели и выбирать пути её достижения; работать в коллективе; расширять свои знания; использовать в практической деятельности новые знания и умения</p> <p>Владеть: навыками кооперации с коллегами; навыками работы с компьютером и новыми информационными технологиями при решении задач, требующих использования методов обработки сигналов, разработке мехатронных систем и БАС</p>
	ОПК-9. Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	ОПК-9.2 Разрабатывает методики и выполняет эксперименты на действующих объектах и системах управления с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	<p>Знать: теоретические основы цифровой обработки сигналов и современные методы применения этих знаний при разработке методик и выполнении экспериментов, разработке мехатронных систем и БАС</p> <p>Уметь: разрабатывать методики и выполнять эксперименты с применением теоретического аппарата цифровой обработки сигнала при разработке мехатронных систем и БАС</p> <p>Владеть: методами анализа предметной области и методиками использования теории цифровой обработки сигнала при разработке мехатронных систем и БАС, создании методик и выполнении экспериментов</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Динамика цифровых систем управления
2	Цифровая обработка сигналов

2. Компетенция ОПК-9. Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теория и практика научных исследований
2	Цифровая обработка сигналов

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.
Форма промежуточной аттестации зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	71	71
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	109	109
курсовой проект	0	0
курсовая работа	0	0
расчетно-графическое задание	0	0
индивидуальное домашнее задание	0	0
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	109	109
экзамен	0	0

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2. Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа
1. Введение в цифровую обработку сигналов					
1	Введение. Алгоритмы цифровой обработки сигналов. Решётчатые функции и разностные уравнения. Решение разностных уравнений методом Z- преобразования.	2	0	2	15
2	Эффекты квантования. Расчёт шумов квантования. Расчёт разрядности по заданным шумам. Цифровая обработка сигналов в каналах управления и телеметрии БПЛА.	5	0	5	15
2. Цифровые фильтры					
3	Цифровые фильтры. Классификация. Нерекурсивные фильтры. Теорема о линейности ФЧХ и следствия. Четыре типа КИХ-фильтров. Рекурсивные базовый, первого и второго порядка ЦФ.	5	0	5	15
4	Синтез КИХ-фильтров. Методы аппроксимации. Метод окон. Синтез БИХ-фильтров. Методы прямого отображения дифференциалов, инвариантности импульсной характеристики, билинейного Z-преобразования, Z-форм, метод частотной выборки.	5	0	5	15
5	Свёртка. Определение выходного сигнала методом свёртки. Определение импульсной характеристики. Обращение свёртки.	5	0	5	15
6	Корреляция. Оценка статистических характеристик сигналов. Расчёт корреляции. Применение корреляции функции	5	0	5	15
3. Дискретное преобразование Фурье					
7	Дискретное преобразование Фурье. Прямое и обратное преобразования Фурье	7	0	7	19

	Свойства дискретного преобразования Фурье. Затраты на реализацию. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритмы прореживания по частоте и по времени. Структура алгоритма. Затраты на реализацию				
	ВСЕГО	34	0	34	109

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 3				
1	Моделирование работы аналогово-цифрового сигнала на компараторах	Изучение базовых принципов оцифровки аналоговых сигналов.	8	27
2	Дискретизация сигналов. Нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры	Изучение алгоритмов обработки сигналов: сглаживания и подавления шумов	8	27
3	Преобразование Фурье.	Реализация дискретного, быстрого и интегрального преобразований Фурье для частотного анализа оцифрованного сигнала	9	28
4	Анализатор цифрового сигнала	Применение знаний цифровой обработки сигналов для анализа частотных характеристик линейных систем. Моделирование обработки сигналов в каналах управления БПЛА.	7	27
ИТОГО:			34	109
ВСЕГО:			34	109

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

1. По заданным разностным уравнениям цифровых цепей проверьте их физическую реализуемость (каузальность), стационарность, линейность и устойчивость:

Таблица 1

Вариант	Разностное уравнение
1	$y[n] = a x[n - k],$

2	$y[n] = \begin{cases} ax[n-k], x[n] < c, \\ bx[n-k], x[n] > c \end{cases}$
3	$y[n] = (n+a)x[n-k],$
4	$y[n] = anx^2[n],$
5	$y[n] = bx[n+1]$
6	$y[n] = x[n] \cdot \sin(an)$
7	$y[n] = ax[n+k] - x[n]$
8	$y[n] = bx[n] - bx[n-k]$
9	$y[n] = x[n+k] \exp(-nk)$
0	$y[n] = x[n-k] \exp(-nk)$

Таблица 2

Подвариант	a	b	c	k
1	1	4	3	2
2	3	2	4	1
3	2	3	1	4
4	4	1	2	3
5	2	1	3	4
6	3	2	4	3
7	2	1	4	2
8	3	1	4	2
9	5	2	1	6
0	3	4	6	5

2. По разностному уравнению

$$a_2 y[n-2] + a_1 y[n-1] + a_0 y[n] = b_2 x[n-2] + b_1 x[n-1] + b_0 x[n]$$

- Составьте структурную схему и постройте график импульсной характеристики (первые 10 значений) *устойчивой* дискретной цепи
- Рассчитайте АЧХ и ФЧХ цепи, постройте графики.
- Постройте нуль-полюсную диаграмму, обозначьте область сходимости Z-преобразования ИХ.

Таблица 3

Вариант	a_2	a_1	a_0	Подвариант	b_2	b_1	b_0
1	3.1	0	7	1	1	9	2
2	5.3	5	3	2	4	8	4
3	7.7	1	4	3	3	7	6
4	8.4	2	2	4	7	6	8

5	5.6	6	5	5	5	5	0
6	3	4	2.5	6	2	4	9
7	6	9	6.4	7	0	3	1
8	9	8	2.2	8	6	2	3
9	7	5	7.4	9	8	1	5
0	4	7	9.3	0	9	0	7

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ОПК-4 Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки систем управления математическими методами

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-4.2 Осуществляет оценку эффективности результатов разработки систем управления на основе использования математических и эмпирических методов цифровой обработки сигналов	зачет

2. Компетенция ОПК-9. Способен разрабатывать методики и выполнять эксперименты на действующих объектах с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-9.2 Разрабатывает методики и выполняет эксперименты на действующих объектах и системах управления с обработкой результатов на основе информационных технологий и технических средств	зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

1. Содержание дисциплины ЦОС. Основные термины и определения. История. (ОПК-4)
2. развития микропроцессорной техники, ПК и ЦОС. (ОПК-4)
3. Базовые элементы аналоговых систем ЦОС. Датчики информации, усилители, аналоговые коммутаторы, линии и каналы связи, детекторы, модуляторы, фильтры. (ОПК-4)
4. Базовые элементы цифровых систем ЦОС. АЦП, ЦАП, интерфейсы, аналоговые и цифровые коммутаторы, кодеры, декодеры, каналы связи, контрольные автоматы (решающие устройства), микропроцессоры, микро, мини-ЭВМ. (ОПК-4)
5. Цифро-аналоговые и цифровые системы управления. Компьютерные системы управления шаговыми двигателями. (ОПК-4)
6. Основные этапы преобразования сигналов в цифровых измерительных системах.

- Классификация основных видов искажений (12 видов) при ЦОС. (ОПК-4)
7. Дискретизация сигналов во времени. АИМ-1 и АИМ-2. Адаптивный выбор частоты дискретизации. Спектр дискретизированного во времени сигнала. Спектральные окна. Искажения, связанные с дискретизацией сигнала во времени. Эффект “наложения частот” (элайзинг) и методы его устранения. Антиэлайзинговые фильтры. (ОПК-9)
 8. Квантование сигналов по уровню. Линейные и функциональные квантователи сигналов в системах связи. Искажения, связанные с квантованием сигнала по уровню. Шумы квантования и методы их уменьшения. Компрессия сигналов по амплитуде. Передискретизация сигналов по уровню и связанные с этим помехи. (ОПК-9)
 9. Восстановление непрерывного сигнала по цифровой последовательности. Согласованная фильтрация. Использование полиномов n-й степени. Интерполяция и экстраполяция сигналов. Вставки отсчетных значений (экспандирование по частоте). Примеры схем, реализующие интерполяцию нулевого и первого порядка. (ОПК-9)
 10. Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова. Выбор спектрального окна. Практические методы реализации восстановления непрерывного сигнала (использование пассивных и активных фильтров). Невозможность точного восстановления сигнала в режиме наложения частот. (ОПК-9)
 11. Одномерное и двумерное дискретное преобразование Фурье. Примеры программ.
 12. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. (ОПК-9)
 13. Трансверсальные (нерекурсивные) цифровые фильтры (ЦФ). Порядок ЦФ. ЦФ с конечной импульсной характеристикой КИХ. Расчет комплексного коэффициента передачи КИХ ЦФ. Z – преобразование. (ОПК-9)
 14. Примеры расчета АЧХ и ФЧХ с конечной импульсной характеристикой. КИХ ЦФ первого и второго порядка. (ОПК-9)
 15. Рекурсивные ЦФ. Каноническая схема рекурсивных ЦФ. ЦФ с бесконечной импульсной характеристикой БИХ. Комплексный коэффициент передачи БИХ ЦФ. (ОПК-9)
 16. Алгоритмы обработки сигналов в каналах управления БПЛА.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Умения	Умение самостоятельно применять знания методов обработки сигналов при решении практических задач; применять информационные технологии в задачах, использующих цифровую обработку сигналов
	Умение выполнять операции над матрицами как с применением математических пакетов программ, так и вручную
Навыки	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Владеть навыками работы с программным обеспечением при решении задач, требующих использования методов цифровой обработки сигналов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы, но допускает неточности формулировок	Знает термины классификации, основные принципы	Знает термины классификации, основные принципы, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение самостоятельно применять знания теории матриц при решении задач, использующих матричные методы	Не умеет самостоятельно применять знания методов цифровой обработки сигналов при решении задач, использующих цифровую обработку сигналов	Умеет самостоятельно применять знания методов цифровой обработки сигналов с подсказками преподавателя.	Умение самостоятельно применять знания методов цифровой обработки сигналов при решении типовых задач, использующих цифровую обработку сигналов	Умеет самостоятельно применять знания методов цифровой обработки сигналов при решении задач, использующих цифровую обработку сигналов
Умение выполнять операции над матрицами как с применением математических пакетов программ, так и вручную	Не умеет самостоятельно выполнять операции над сигналами в цифровом виде как с применением математических пакетов программ, так и вручную	Умеет самостоятельно выполнять операции над сигналами в цифровом виде с подсказками преподавателя.	Умение самостоятельно выполнять операции над сигналами в цифровом виде при решении типовых задач, использующих цифровую обработку сигналов	Умеет выполнять операции над сигналами в цифровом виде как с применением математических пакетов программ, так и вручную

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Имеются навыки самостоятельной работы с учебной и научной литературой, но недостаточные для полноценной подготовки	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой при подготовке к занятиям	Использует учебную и научную литературу для самостоятельного приобретения новых знаний
Владеть навыками работы с программным обеспечением при решении задач, требующих использования матричных методов	В принципе не понимает как работать с программным обеспечением при решении задач, требующих использования матричных методов	Имеет поверхностное представление о том как работать с программным обеспечением при решении задач, требующих использования матричных методов	Имеет представление о работе с программным обеспечением при решении задач, требующих использования матричных методов	Владеет навыками работы с программным обеспечением при решении задач, требующих использования матричных методов

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Специализированный компьютерный класс для проведения лекционных занятий, лабораторных занятий УК 4, № 229	15 персональных компьютеров, подключенных к сети «Интернет» и имеющих доступ в электронно-информационную образовательную среду, проектор, 10 комплектов оборудования для моделирования систем NI Elvis II и Matlab
2	Лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления, УК №4, №231	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, 6 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет, аналоговые вычислительные комплексы АВК-6, АВК-16, АВК-32, 5 стендов для изучения программируемых логических контроллеров ОВЕН серии Мх110, стенд для изучения промышленных датчиков и САР уровня, стенд для исследования движения робота, стенд для изучения программирования человеко-машинного интерфейса; стенд для изучения устройств переработки информации Овен, ПЛИС Spartan Xilinx 7 (2 шт.)
3	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК 4, № 323	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows Professional 8.1	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
2	Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
3	Windows 10 Pro	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
4	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows	Лицензия № 13С8200710090907790928
5	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения Mozilla Public License 2.0 MPL

7	VirtualBox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения GNU General Public License v2
8	Ubuntu	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения GNU General Public License v3

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Смит, С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников : учебник / С. Смит. - Москва : ДМК Пресс, 2011. - 720 с. - ISBN 978-5-94120-145-7. - Текст : электронный // Лань :
2. электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/60986> (дата обращения: 25.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей
3. Столов, Е. Л. Цифровая обработка сигналов. Водяные знаки в аудиофайлах : учебное пособие / Е. Л. Столов. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 176 с. - ISBN 978-5-8114-3014-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/106736> (дата обращения: 25.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Аллен, Б. Д. Think DSP. Цифровая обработка сигналов на Python / Б. Д. Аллен ; перевод с английского А. Э. Брядинский. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 160 с. - ISBN 978-5-97060-454-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93566> (дата обращения: 25.02.2020). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие / Ролдугин С.В., Паринов А.В., Голубинский А.Н. - Воронеж:Научная книга, 2016. - 144 с. ISBN 978-5-4446-0908-8.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://www.exponenta.ru/> - интернет-ресурс, содержащий руководства по работе со средой Matlab
2. <http://alglib.sources.ru/> - библиотека реализованных алгоритмов обработки информации
3. <http://www.scirp.org/Index.aspx> – 200 наиболее он-лайн известных научно-технологических журналов по различным отраслям знаний в открытом доступе.
4. <http://academic.research.microsoft.com/> – поисковик по научным публикациям в «глубоком вебе» с набором дополнительных сервисов от Microsoft, где можно найти около 40 млн. публикаций по всем основным направлениям науки, исследований и инженерно-технологических разработок.
5. <http://scientbook.com/index.php> – российская научно-информационная сеть, включающая платформу для публикаций по всем отраслям науки, а также площадку для научного общения в самом широком смысле слова.

6. <http://www.globalspec.com/> – первый и единственный в мире инженерный поисковик. Ищет в вебе и в «глубоком вебе» данные по продуктам, изделиям, техническим решениям, деталям, расчетам и даже названиям компаний.
7. <http://www.thefreelibrary.com/> - самая большая общедоступная база книг и статей по всем направлениям науки, техники и бизнеса с 1995 года до сегодняшнего дня.
8. <http://worldwidescience.org> – второе рождение самого популярного мультипортала по «Глубокому научно-техническому вебу». Теперь поиск по всем ведущим мировым научно-техническим базам ведется на основе федеративного поиска от компании DeepWeb. Кроме того, поиск по всем базам сразу же переводится на 10 основных языков интернета, включая русский.
9. <http://www.techcast.org/default.aspx> – очень популярная платформа для прогнозирования и отслеживания тенденций в различных отраслях техники и технологий.
10. <http://www.scirus.com/> – наиболее полный инструмент для поиска научных исследований в интернете. Ищет не только по сайтам, но и по хранилищам данных, по серверам, по архивам научных журналов, университетов и т.п.
11. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.
12. <http://www.scienceresearch.com/scienceresearch/> – поисковик по научной и технологической информации, базирующийся на технологии «глубокого веба». Ищет по 300 самым авторитетным и обширным научно-техническим и технологическим коллекциям, которые включают в себя архивы, сервера, базы данных, не доступные для популярных поисковых систем.
13. <http://www.scholar.ru/> – отличный российский поисковик научных публикаций, авторефератов и диссертаций по всем областям науки.
14. <http://elibrary.ru> – электронная научная библиотека российских и зарубежных журналов по всем отраслям науки и техники.
15. <http://www.scitopia.org/scitopia/> – охватывает свыше 3,5 млн. интегрированных научно-технических документов, а также правительственных данных и патентов.
16. <http://isihighlycited.com/> – поисковик знаменитого Thomson Reuters. Позволяет найти конкретных исследователей и разработчиков по отраслям науки, темам, учреждениям и странам.
17. <http://www.techxtra.ac.uk/> – едва ли не лучшая в мире библиотека статей, сайтов, книг по всем основным отраслям науки и техники, включает самые последние исследования и диссертации.
18. <http://www.scinet.cc/> - удобный поисковик по основным направлениям науки и технологий.
19. <https://sci-hub.io/> - поисковик научных публикаций
20. <http://www.twirpx.com/> – библиотека учебной и научной литературы

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ / 20____ учебный год без изменений.

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ Д. А. Бушуев
подпись _____ ФИО

Директор института _____ А. В. Белоусов
подпись _____ ФИО