

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан

 Ю.Н. РЫЖИХ

« 25 » 06 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы мехатроники и робототехники

по направлению подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) подготовки :
Промышленная и специальная робототехника

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

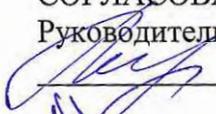
Год приема

2022

Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.06

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 Г.Р. Шрагер

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-3 – Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного уровня;
- ОПК-9 – Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование;
- ОПК-13 – Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Знать основы экономических, экологических, социальных и других ограничений при осуществлении профессиональной деятельности.

ИОПК 3.2 Уметь решать задачи профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.

ИОПК 9.1 Знать нормативные документы по совершенствованию мехатронных и робототехнических систем, методы и средства поверки (калибровки) и юстировки средств измерения, правила проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.

ИОПК 9.2 Уметь применять методы и средства поверки (калибровки) и юстировки средств измерения, правила проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.

ИОПК 13.1 Знать методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.

ИОПК 13.2 Уметь применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить кинематические характеристики роботов, компоновки основного и вспомогательного оборудования в робототехнических системах, системы управления роботами, способы дистанционного управления манипуляторами (МА) и промышленными роботами (ПР).

– Научиться применять понятийный аппарат дисциплины для решения практических задач профессиональной деятельности – определение положений, скоростей и ускорений звеньев манипулятора робота, изучение кинематических характеристик работы автоматизированного сборочного станда с техническим зрением, изучение компоновки и работы гибкой производственной системы ГПС-2Т-УР на базе двух токарных станков с ЧПУ и робота.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Пятый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения следующих дисциплин: Математический анализ, Физика, Инженерная и компьютерная графика, Теоретическая механика.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 24 ч.

-лабораторные: 16 ч.

-практические занятия: 18 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Введение в курс. Области применения роботов и решаемые задачи.

Тема 2. Роль робототехники в автоматизации трудовых процессов.

Промышленные роботы (ПР). Классы роботов широкого назначения. Классификация промышленных роботов. Особенности применения роботов. Гибкие производственные системы (ГПС). Термины и определения мехатроники и робототехники.

Тема 3. Исполнительные устройства роботов.

Общая структура системы программного управления. Классификация систем программного управления. Особенности системы циклового, позиционного и контурного управления

Конструкции роботов. Кинематика многозвенных манипуляторов. Задачи кинематического исследования. Унификация ПР. Захватные устройства. Приводы промышленных роботов. Общая характеристика манипуляторов роботов.

Тема 4. Системы программного управления роботов.

Общая структура системы программного управления. Классификация систем программного управления. Особенности системы циклового, позиционного и контурного управления

Тема 5. Системы адаптивного управления роботами.

Системы адаптивного управления роботами.

Программное обеспечение систем управления адаптивных роботов. Языки и системы программирования адаптивных роботов. Системы интеллектуального управления.

Тема 6. Системы осязания роботов.

Информационные системы. Системы осязания бесконтактного типа. Системы осязания контактного типа.

Тема 7. Автоматизированные системы контроля и диагностики РТК.

Контрольно-измерительные системы для обработки детали. Контроль состояния режущего инструмента. Диагностирование состояния технологического оборудования и роботов в составе роботизированного технологического комплекса.

Тема 8. Дистанционно управляемые роботы и манипуляторы.

Общие сведения. Копирующие системы управления манипуляторами. Полуавтоматические системы управления манипуляторами. Дистанционные системы управления роботами.

Тема 9. Применение робототехнических систем.

Основные особенности и принципы построения технологических процессов (ТП) с применением роботов. Основы эксплуатации роботизированных комплексов. Внедрение гибких автоматизированных систем на предприятиях мелко- и среднесерийного производства. Примеры промышленного применения гибких автоматизированных систем.

Тема 10. Автоматизированные технологии проектирования и подготовки производства.

T-FLEX ЧПУ, T-FLEX.CAD, T-FLEX/ТЕХНО ПРО.
Программный комплекс T-FLEX. Основные направления повышения эффективности производства.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей (проверяющих ИОПК-3.1, ИОПК-3.2, ИОПК-9.1, ИОПК-9.2, ИОПК-13.1, ИОПК-13.2). Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть представляет собой тест из 5 вопросов.

Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных ответов. Тест проходит на платформе Moodle курс «Основы мехатроники и робототехники».

Вторая часть содержит два вопроса, проверяющие ПК-3. Ответы на вопросы второй части даются в письменном виде и в развернутой форме.

Третья часть содержит задачу, проверяющую ПК-3. Необходимо дать краткую интерпретацию полученных результатов решения задачи.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки **«отлично»** заслуживает обучающийся, показывающий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания.

Оценки **«хорошо»** заслуживает обучающийся, показывающий полное знание учебного материала, допустившим незначительные погрешности при выполняющий практические задания.

Оценки **«удовлетворительно»** заслуживает обучающийся, показавший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии; допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении практических заданий.

К оценочным средствам результатов обучения относятся: устный опрос (экзамен), контрольная работа, лабораторная работа, творческие задания, презентация, доклад, сообщение, реферат.

Теоретические вопросы.

1. Назвать основные компоненты робота.
2. Дать определения: робот, промышленный робот (ПР).
3. Степени подвижности манипулятора.
4. Дать определение манипулятора.
5. Классификация ПР: по типу СУ, по технологическому назначению, по типу кинематической схемы, по грузоподъемности, по виду привода, по числу степеней подвижности.
6. Что понимается под гибкостью производства?

7. Общая схема манипулятора.
8. Типы приводов промышленных роботов.
9. Какие существуют методы программирования и обучения роботов?
10. Сформулируйте определение систем циклового, позиционного и контурного управления роботами.
11. В чем состоят недостатки жесткого программного управления?
12. Какова роль дополнительных информационных средств в адаптивной системе программирования?
13. По каким признакам классифицируются информационные устройства роботов?
14. Каково назначение локационных систем осязания, систем технического зрения?
15. Каково назначение силомоментных систем осязания роботов?
16. Контрольно-измерительные системы для обрабатываемой детали (активный контроль, пассивный контроль).
17. Силомоментные системы осязания.
18. Дистанционно-управляемые манипуляторы (командное управление, копирующее, полуавтоматическое).
19. Дистанционное управление роботами (супервизорное, диалоговое).
20. Иерархическая структура гибких производственных систем (ГПС).
21. Подсистемы ГПС.
22. Для чего нужна автоматизированная система технологической подготовки производства?
23. Что такое гибкий производственный модуль, линия, участок? В чем отличие между ними?
24. Назовите основные типы систем дистанционного управления манипуляторами.
25. Расскажите о типах накопительных и питательных устройств.
26. Какие средства техники безопасности применяются на роботизированном производстве?
27. Каковы особенности автоматизации операций механической обработки с помощью роботов?
28. В чем состоят функции робота, выполняющего операции сборки?
29. Какие функции выполняют роботы на операциях контроля качества изделий?
30. Компонировка роботизированного технологического комплекса (РТК).
31. Система управления РТК.

Примеры тестовых вопросов по дисциплине «Основы мехатроники и робототехники»

1. Инноватика – это
 - А) область знаний, изучающая создание телекоммуникационных технологий.
 - Б) область знаний, изучающая создание новшеств и их распространение, а также способы выработки инновационных решений.
 - В) область знаний, изучающая создание программного обеспечения.
2. Чем отличаются мобильные роботы от роботов других классов?
 - А) Наличием перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций.
 - Б) Наличием движущегося шасси с автоматически управляемыми приводами.
3. В уровнях ГПС по мере укрупнения выделяются

- А) ячейка, блок, модуль, цех.
 - Б) модуль, ячейка, линия, участок, цех, завод.
 - В) участок, цех, завод.
4. Положение кинематической цепи в пространстве определяется с помощью
- А) цилиндрических координат.
 - Б) сферических координат.
 - В) обобщенных координат.
5. Какие кинематические пары в основном используются в манипуляторах роботов?
- А) Одноподвижные кинематические пары пятого класса.
 - Б) Кинематические пары первого класса.
 - В) Кинематические пары второго и пятого классов.
6. Какие передаточные механизмы чаще всего применяют в роботах? (Возможны несколько правильных ответов.)
- А) Зубчатые передачи.
 - Б) Передаточные механизмы с высшими кинематическими парами.
 - В) Шариковые передачи.
7. Захватное устройство – это (возможны несколько правильных ответов):
- А) рабочий орган робота
 - Б) сменный элемент промышленного робота
 - В) соединение двух звеньев
8. Контурное управление промышленным роботом – это управление исполнительным устройством промышленного робота
- А) при котором движение его рабочего органа происходит по заданной траектории с установленным распределением во времени значений скорости.
 - Б) с автоматическим изменением управляющей программы в функции от контролируемых параметров состояния внешней среды.
9. Адаптивные устройства
- А) корректируют программу поведения робота в зависимости от изменяющихся условий окружающей среды.
 - Б) могут самостоятельно составлять программу, ориентируясь только на поставленную цель.
10. Программное управление промышленным роботом – это
- А) управление исполнительным устройством промышленного робота, при котором движение его рабочего органа происходит по заданным точкам позиционирования без контроля траектории движения между ними.
 - Б) автоматическое управление исполнительным устройством промышленного робота по заранее введенной управляющей программе.
11. Локационные системы предназначены для
- А) обнаружения сил и моментов пар сил, действующих на тело.
 - Б) излучения и приёма акустических или электромагнитных волн в предположении, что скорость распространения этих волн до препятствия и обратно известна с достаточной точностью.
12. Наибольшей информационной емкостью обладают
- А) системы технического зрения.
 - Б) локационные системы.
13. Тактильные системы относятся к системам
- А) контактного типа.
 - Б) бесконтактного типа.

14. Какова наиболее значимая область применения тактильных систем?
- При сортировке деталей.
 - В контрольно-измерительных системах.
 - При проведении сварочных операций.
15. Датчики давлений и усилий в захватных устройствах применяются для
- контроля наличия детали в захватном устройстве и надежности зажима.
 - проверки прочности элементов захватного устройства.
 - определения требуемой мощности привода.
16. Назовите типы систем дистанционного управления роботами.
- Супервизорные и копирующие.
 - Командные и диалоговые.
 - Супервизорные и диалоговые (интерактивные).
17. Что является рабочим органом ПР для контактной точечной сварки?
- Сварочный аппарат.
 - Сварочные клещи.
 - Сварочный захват.
18. Какой способ управления имеют ПР для контактной точечной сварки?
- Интеллектуальный.
 - Программный.
 - Адаптивный.
19. Требования по быстродействию выше у покрасочного робота или сварочного робота?
- У покрасочного робота.
 - У сварочного робота.
 - Одинаковые требования по быстродействию и для покрасочного робота, и для сварочного робота.
20. Что включает в себя понятие «роботизированные технологические комплексы специального назначения»? (Возможно несколько вариантов ответа).
- Роботы в медицине, роботы в космической промышленности, роботы для труднодоступных мест, роботы для переноса значительного груза идвигающиеся по бездорожью.
 - Роботы-симуляторы пациентов, социальные роботы, подводные роботы, роботы-скелетоны.
 - Роботы для токарно-фрезерных работ, робот-штабелёр, робот-пылесос.

Типовые задания контрольных работ

Задание 1

Провести структурный анализ манипулятора (МА) робота. Определить геометрические параметры рабочей зоны робота. Длины звеньев МА и диапазоны перемещений звеньев задать самостоятельно.

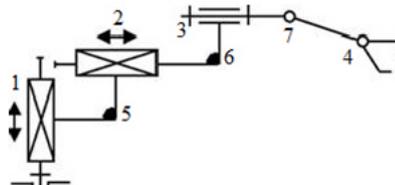


Рисунок – Структурная схема манипулятора

1, 2 – подвижное соединение с перемещением вдоль прямолинейных направляющих; 3 – цилиндрическое соединение звеньев; 4 – захватное устройство с подвижными зажимными элементами; 5, 6 – жесткое соединение; 7 – плоское шарнирное соединение звеньев.

Задание 2

Дать ответы на следующие вопросы.

- В чем отличие функций систем циклового и контурного управления?
- Какова роль дополнительных информационных средств в адаптивной системе управления?
- Каково назначение силомоментных систем очувствления?
- Назовите основные типы систем дистанционного управления манипуляторами.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22375> .

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

Материалы (текущие задания, тесты) представлены в курсе Moodle <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22375>.

в) План лабораторных занятий по дисциплине.

Лабораторный практикум.

№ п/п	Наименование лабораторных работ
1.	Изучение структуры, кинематической схемы манипулятора робота «Робин РСС-1 Сфера».
2.	Аналитическое определение положений, скоростей и ускорений звеньев манипулятора.
3.	Изучение кинематических характеристик передаточных механизмов промышленного робота «Робин РСС-1 Сфера».
4.	Определение типа системы координат и рабочего пространства манипулятора робота «Робин РСС-1 Сфера».
5.	Общая функциональная схема системы управления роботизированного комплекса механической обработки на базе робота «Робин РСС-1 Сфера».
6.	Изучение работы автоматизированного сборочного стенда с техническим зрением.
7.	Изучение работы гибкой производственной системы ГПС-2Т-УР на базе двух токарных станков с ЧПУ и робота.
8.	Компоновка роботизированных технологических комплексов. Компоновка гибкой производственной системы ГПС-2Т-УР на базе двух токарных станков с ЧПУ и робота

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа предполагает: работу с теоретическими материалами, повторение пройденного материала по конспектам лекций, ознакомление с рекомендованным списком источников и литературы, подготовка рефератов и докладов (устных выступлений, сообщений, презентаций) по предложенным темам. Успешное

освоение программы курса предполагает прочтение ряда оригинальных работ с теоретическими материалами.

Темы рефератов:

№	Вопросы	Рекомендуемая литература
Тема: Робототехника и гибкие производственные системы		
1	Общая характеристика робототехники. Значение робототехники для промышленного производства. Социально экономические факторы, связанные с робототехникой.	1, 3
2	Техника безопасности при применении ПР.	2
3	Кинематика многозвенных манипуляторов.	4, 5
4	Конструкции манипуляторов ПР.	4, 5
5	Приводы ПР.	4
6	Механизмы захватных устройств. Принцип действия. Кинематические схемы.	5
7	Вспомогательное оборудование промышленных робототехнических систем. Роботы на обслуживании основного технологического оборудования.	4
8	Применение роботов в качестве основного технологического оборудования.	4
9	Особенности автоматизации сборочных операций с помощью ПР. Применение средств адаптации.	2
10	Примеры применения адаптивных ПР для автоматизации сборочных операций.	2
11	Автоматизированные транспортно-складские системы.	2
12	Применение дистанционно управляемых роботов и манипуляторов.	3, 4
Тема: Применение робототехнических комплексов		
1	Основные особенности и принципы построения производственных процессов с применением роботов.	6
2	Литейное производство.	
3	Кузнечно-штамповочное производство.	
4	Термообработка.	
5	Процессы холодного формообразования.	
6	Сварка узлов и деталей.	
7	Механическая обработка	
8	Процессы покрытия, покраски и поверхностного упрочнения деталей.	
9	Сборочные работы.	
10	Особенности применения средств робототехники в немашиностроительных и непромышленных отраслях.	7
11	Экстремальная робототехника.	
12	Социально-экономическая эффективность применения средств	

Рекомендуемая литература для подготовки рефератов:

1. Е.П. Попов Робототехника и гибкие производственные системы. – М.: Наука, 1987. – 192 с.
2. Роботизированные производственные комплексы / Ю.Г. Козырев, А.А. Кудинов и др. Под ред. Ю.Г. Козырева, А.А. Кудинова, – М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.
3. Робототехника / Ю.Д. Андрианов, Э.П. Бобриков и др. Под ред. Е.П. Попова, Е.И. Юревича. – М.: Машиностроение, 1984. – 288 с.
4. Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники: Введение в специальность. – М.: Высш. шк., 1990. – 224 с.
5. Механика промышленных роботов: уч. пособие / Под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. Кн. 1: Кинематика и динамика / Е.И. Воробьев, С.А. Попов, Г. И. Шевелева. – М.: Высш. Шк., 1998 – 304 с.
6. Белянин П.Н. Робототехнические системы для машиностроения. – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с.
7. Юревич Е.И. Робототехника. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005. – 639 с.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Козырев Ю.Г. Захватные устройства и инструменты промышленных роботов : учебное пособие / Ю.Г. Козырев. – М. : Кнорус, 2016. – 318с.

– Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. – СПб. [и др.] : Лань, 2012. – 605 с.: ил. – URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2765

– Теория механизмов и машин. Проектирование элементов и устройств технологических систем электронной техники : учебник для бакалавриата и магистратуры / Ивашов Е. Н., Лучников П. А., Сигов А. С., Степанчиков С. В. ; под ред. А. С. Сигова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2016. – 369 с. – Режим доступа ЭБС Юрайт: <https://www.biblio-online.ru/book/39A9EDCC-5C89-4783-8DA8-81321BE4907E>

– Горбенко Т. И. Основы мехатроники и робототехники : учебное пособие / Т. И. Горбенко, М. В. Горбенко ; Том. гос. ун-т. – Томск : Томский государственный университет, 2012. – 125 с. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000429173>

б) дополнительная литература:

– Волкоморов В. И. Технология роботизированного производства: учебное пособие / В. И. Волкоморов, А. В. Марков; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2012. – 120 с.

– Козырев Ю. Г. Применение промышленных роботов : [учебное пособие] / Ю. Г. Козырев. – М. : Кнорус, 2013. – 488 с.

– Булгаков А. Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление : [роботизация строительства, системы строительных роботов, приводы промышленных роботов, измерительные системы, особенности управления : монография] / Булгаков А. Г., Воробьев В. А. – М. : СОЛОН-Пресс, 2007. – 485 с.

– Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств : [учебное пособие] / А. А. Иванов. – М. : Форум, 2012. – 223 с.

– Автоматизация технологических процессов : [учебное пособие] / А. Г. Схиртладзе, С. В. Бочкарев, А. Н. Лыков, В. П. Борискин. – Старый Оскол : ТНТ, 2013. – 523 с.

– Схиртладзе А. Г. Технологические процессы автоматизированного производства : учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Скворцов. – М. : Академия, 2011. – 398 с.

– Чмиль В. П. Гидропневмоавтоматика транспортно-технологических машин: Учебное пособие. – 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 272 е.: ил. – (Учебники Учебники для вузов. Специальная литература).
<https://e.lanbook.com/reader/book/102245/#2>

в) ресурсы сети Интернет:

– Инновации в промышленности: мехатроника и робототехника [Электронный ресурс] : массовый открытый онлайн-курс / Т. И. Горбенко, М. В. Горбенко ; Том. гос. ун-т // Coursera : образовательный онлайн-проект. – Электрон. дан. – [б. м.], 2016. – URL: <https://www.coursera.org/learn/innovations-in-industry-robotics#syllabus>

– Горбенко Т.И., Горбенко М.В. / УМК "Основы мехатроники и робототехники" . – Томск: ТГУ, ИДО. 2011. 1 CD-R, 4.06 МБ. <http://edu.tsu.ru/eor/resource/566/tpl/index.html>

– Учебная версия программы автоматизированного проектирования T-FLEX CAD [Электронный ресурс] / Компания «Топ Системы» (ЗАО «Топ Системы» – URL: <http://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/> (дата обращения: 18.12.2016).

– Схиртладзе А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств : учебник/А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. – М.: Абрис, 2012. - 565 с. – Режим доступа ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА" : Электронная библиотека технического вуза: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200735.html> , доступ возможен после регистрации

– Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система. <http://www.consultant.ru>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):

– Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>

– Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) – <https://www.fedstat.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные компьютерной техникой.

Аудитории для проведения практических и лабораторных занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенные компьютерной техникой.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Горбенко Татьяна Ивановна, кандидат физико-математических наук, доцент, Томский государственный университет, Физико-технический факультет, кафедра Прикладной газовой динамики и горения, доцент.