

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

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Оценочные материалы по дисциплине

**Основы мехатроники и робототехники**

по направлению подготовки

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Промышленная и специальная робототехника**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2025**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2025

## **1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

БК-1 Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности;

БК-2 Способен использовать этические принципы в профессиональной деятельности;

БК-3 Способен использовать принципы и средства профессиональной коммуникации для эффективного взаимодействия;

ПК-1 Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники;

ПК-3 Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК-1.1 Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности

РОБК-1.2 Умеет применять современные IT-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности общие и специализированные компьютерные программы

РОБК-2.1 Знает основы и принципы профессиональной этики в соответствующей области профессиональной деятельности

РОБК-2.2 Умеет проектировать решение профессиональных задач с учетом принципов профессиональной этики

РОБК-3.1 Знает средства, функции и принципы профессиональной коммуникации

РОБК-3.2 Умеет выстраивать профессиональную коммуникацию; представлять результаты своей работы с учетом норм и правил принятых в профессиональном сообществе.

РОПК 1.1 Знает основные законы, описывающие функционирование проектируемых объектов.

РОПК 1.2 Умеет использовать стандартные пакеты прикладных программ для выполнения математического моделирования.

РОПК 3.1 Знает основы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем.

РОПК 3.2 Умеет использовать стандартные пакеты прикладных программ для выполнения математического моделирования.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

- задания;
- тесты;
- лабораторные работы;
- рефераты.

**ЗАДАНИЕ** (РОБК-1.1, РОБК-1.2, РОБК-2.1, РОБК-3.1).

**Задание** выполняется дома, в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22375>,

продолжительность 1 час, ответы прикрепляются студентом в элементе **Задание** в электронном курсе и проверяются преподавателем.

**Пример:**

**Тема 1. Задание**

**Дать полные ответы на следующие вопросы.**

1. Основные классы роботов?
2. Основные классификационные признаки роботов?
3. Дать формулировки основных понятий: промышленный робот, манипулятор, гибкая производственная система.
4. Что такое гибкий производственный модуль, ячейка, участок, линия? Чем отличается участок от линии?
5. Подсистемы ГПС. Их значение.
6. Классификация роботов по системе управления.

**Ответы (ключи):**

1. **Основные классы роботов?**
  - Манипуляционные роботы: предназначены для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека.
  - Мобильные роботы: оснащены движущимся шасси и могут быть колесными, шагающими, колесно-шагающими или гусеничными.
  - Информационные роботы: не имеют механически движущихся исполнительных устройств и занимаются обработкой информации, и выдачей управляющих сигналов.

2. **Основные классификационные признаки роботов?**

- Тип системы управления: Программные, адаптивные, интеллектуальные.
- Технологическое назначение: Универсальные, специализированные.
- Тип кинематической схемы: Различные конструкции манипуляторов.
- Грузоподъемность: От граммов до сотен килограммов.
- Вид приводов: Электрические, пневматические, гидравлические.
- Число степеней подвижности: От трех до шести и более.

3. **Дать формулировки основных понятий: промышленный робот, манипулятор, гибкая производственная система.**

- Промышленный робот: автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора с несколькими степенями подвижности и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения двигательных и управляющих функций в производственном процессе.

- Манипулятор: управляемое устройство или машина для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве, оснащенное рабочим органом.

- Гибкая производственная система (ГПС): система, объединяющая материально-технические, кибернетические и экономические системы, обеспечивающая высокоэффективное функционирование многономенклатурных производств с высокой степенью гибкости и экономичности.

и т.д.

**Критерии оценивания элемента Задание.**

Результаты работы оцениваются баллами от 2 до 5.

5 баллов – все ответы даны в полном объеме, с правильной терминологией изучаемой дисциплины, логичны в изложении.

4 балла – 15 % ответов содержат незначительные ошибки, есть незначительные ошибки в терминологии.

3 балла – более 30 % ответов содержат значительные ошибки, есть ошибки в терминологии.

2 балла, неудовлетворительная оценка – более 50% ответов содержат значительные ошибки, есть грубые ошибки в терминологии.

**ТЕСТ (РОБК-1.2, РОБК-2.1, РОБК-2.2, РОБК-3.1, РОБК-3.2, РОПК 1.1)**

**Тест:** вопросы теста требуют короткого ответа; тест содержит 18 вопросов, выполняется дома, в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22375>, продолжительность 1 час, ответы прикрепляются студентом в элементе курса **Задание Тест** в электронном курсе, и проверяются преподавателем.

**Пример. Тема 2. Тест.**

Тест по теме «Кинематика многозвенных манипуляторов»

Вопросы		Ответы	Ответы (ключи)
1	Исполнительным устройством робота является –		манипулятор, снабжённый на свободном конце захватным устройством или каким-либо инструментом.
2	Звенья манипулятора соединяются друг с другом с помощью –		кинематических пар (КП) пятого класса (по классификации в теории механизмов и машин)
3	Транспортные (переносные) степени подвижности нужны для –		для приведения конца манипулятора в требуемую точку пространства
...	...	...	...
16	Незамкнутая кинематическая цепь это–		цепь, в которой есть звенья, входящие в одну кинематическую пару
17	Записать формулу для определения степени подвижности механизма:		$W=6n-5P_5-4P_4-3P_3-2P_2-P_1$
18	Провести анализ структурной схемы манипулятора робота:  1) Количество неподвижных звеньев – 2) Количество подвижных звеньев – 3) Кинематические пары: 4) Степени подвижности механизма –		1) одно – стойка; 2) $n=3$ (1, 2, 3); 3) А – одноподвижная вращательная кинематическая пара; В, С – двухподвижные цилиндрические кинематические пары 4) $W=6n-5P_5-4P_4-3P_3-2P_2-P_1 = 6 \cdot 3 - 5 \cdot 1 - 4 \cdot 2 = 5$ .

### **Критерии оценивания элемента Тест.**

Результаты работы определяются баллами от 2 до 5.

5 баллов – все ответы даны в полном объеме, с правильной терминологией изучаемой дисциплины, логичны в изложении; расчет степени подвижности механизма выполнен корректно;

4 балла – 15 % ответов содержат незначительные ошибки, есть некорректности в терминологии, есть незначительные ошибки в расчете степени подвижности механизма.

3 балла – более 30 % ответов содержат значительные ошибки, есть ошибки в терминологии и расчете степени подвижности механизма.

2 балла – значительные ошибки в ответах на вопросы, в терминологии, нет знаний и навыков определения степени подвижности механизмов.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ** (РОБК-1.1, РОБК-1.2, РОБК-2.1, РОБК-2.2, РОБК-3.1, РОБК-3.2, РОПК 1.1, РОПК 1.2, РОПК 3.1, РОПК 3.2 ).

**Лабораторные работы** выполняются дома, в электронном учебном курсе по дисциплине в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22375>, продолжительность 45 минут–1,5 часа, ответы прикрепляются студентом в элементе **Задание Лабораторная работа** в электронном курсе и проверяются преподавателем.

**Лабораторная работа 1.** Изучение структуры, кинематической схемы манипулятора промышленного робота.

**Лабораторная работа 2.** Изучение кинематических характеристик передаточных механизмов промышленного робота.

**Лабораторная работа 3.** Аналитическое определение скорости концевой точки манипулятора робота.

### **Критерии оценивания элемента Лабораторная работа.**

Результаты работы определяются баллами от 2 до 5.

5 баллов – все ответы даны в полном объеме, с правильной терминологией изучаемой дисциплины, логичны в изложении; расчеты выполнены корректно; схемы механизмов вычерчены и использованием программного пакета T-Flex или КОМПАС.

4 балла – 15 % ответов содержат незначительные ошибки, есть незначительные ошибки в расчетах, показано владение при вычерчивании схем механизмов программными пакетами T-Flex или КОМПАС.

3 балла – более 30 % ответов содержат значительные ошибки, есть ошибки в расчетах, показано владение при вычерчивании схем механизмов программными пакетами T-Flex или КОМПАС.

2 балла, неудовлетворительная оценка – значительные ошибки в ответах на вопросы и в расчетах, нет навыков владения созданием чертежа с использованием инженерных пакетов T-Flex или КОМПАС.

**РЕФЕРАТЫ** (РОБК-1.2, РОБК-2.1, РОБК-2.2, РОБК-3.1, РОБК-3.2).

**Рефераты** выполняются дома, время выполнения до 6 часов. Реферат (оформленный с учетом правил оформления работ в ТГУ) прикрепляется студентом в элементе **Задание РЕФЕРАТ в курсе** в электронном университете «iDo» – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=22375>, и проверяется преподавателем. На занятии студенты докладывают разработанные темы Рефератов.

### **Темы рефератов:**

**Применение роботов в промышленности. Техника безопасности.**

1. Техника безопасности при применении ПР. (ГОСТ Р 60.1.2.2-2016/ИСО 10218-2:2011).

2. Приводы ПР.

3. Вспомогательное оборудование промышленных робототехнических систем. Роботы на обслуживании основного технологического оборудования.
4. Применение роботов в качестве основного технологического оборудования.
5. Особенности автоматизации сборочных операций с помощью ПР. Применение средств адаптации.

#### **Применение промышленных роботов на основных технологических операциях.**

6. Кузнечно-штамповочное производство.
7. Сварка узлов и деталей.
8. Процессы покрытия, покраски и поверхностного упрочнения деталей
9. Сборочные работы.
- 10 Применение роботов в строительстве.
11. Применение роботов в космической отрасли.
12. Применение роботов на автоматизированных транспортно-складских производствах.
14. Применение роботов в сельском хозяйстве.
- 15 Применение роботов в чрезвычайных ситуациях.
16. Применение роботов для подводных исследований.
17. Применение роботов в жилищно-коммунальном хозяйстве (диагностика трубопроводов).

#### **Роботы и мехатронные устройства в медицине.**

18. Роботы, мехатронные устройства в медицине.
19. Роботы для ухода за больными.
20. Экзоскелетоны. Области применения. Конструирование.

#### **Литература:**

Козырев Ю.Г. Применение промышленных роботов: учебное пособие / Ю.Г. Козырев. – М.: КНОРУС, 2016. – 494 с.

Козырев Ю.Г. Гибкие производственные системы Справочник : справочное издание / Ю.Г. Козырев. М. КНОРУС, 2015 – 368 с.

ГОСТ Р 60.1.2.2-2016/ИСО 10218-2:2011: ИСО 10218-2:2011\* "Роботы и робототехнические устройства. Требования безопасности для промышленных роботов. Часть 2. Робототехнические системы и их интеграция" (ISO 10218-2:2011 "Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 2: Robot systems and integration", IDT) <https://docs.cntd.ru/document/1200141449?ysclid=m5xej5jo73513580013> (дата обращения 15.01.2025 г.).

Кочергин, А. И. Анализ конструкции промышленного робота : пособие для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / А. И. Кочергин, Т. Н. Бабак. Минск :БНТУ, 2021.– 43 с.

Градецкий В.Г., Ермолов И.Л., Князьков М.М., Семёнов Е.А., Суханов А.Н. Применение разгрузочных элементов в конструкции робота-экзоскелета // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2012. – № 11. – С. 20–23.

Верейкин А.А., Ковальчук А.К., Кулаков Д.Б., Семенов С.Е., Каргинов Л.А., Кулаков Б.Б., Яроц В.В. Синтез кинематической схемы исполнительного механизма экзоскелета // Актуальные вопросы науки. – 2014. – № XIII. – С. 68–76.

Борисов А.В. Автоматизация проектирования стержневых экзоскелетов // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – № 10. – С. 29–33.

Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А.А. Иванов. – 2-е изд., испр. – Москва : ИНФРА-М, 2022. – 223 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-012765-1. – Текст : электронный. – URL:

<https://znanium.ru/catalog/product/1842546> (дата обращения: 12.01.2025). – Режим доступа: по подписке.

### Критерии оценивания элемента Реферат.

Результаты работы определяются баллами от 2 до 5.

5 баллов – реферат (отчет) должен на занятии и представлен в виде презентации, показано владение правильной терминологией изучаемой дисциплины, изложение материала логично, реферат оформлен в соответствии с правилами оформления подобных работ в НИ ТГУ.

4 балла – реферат должен на занятии и представлен в виде презентации, допущены неточности в терминологии изучаемой дисциплины, изложение материала не всегда логично, по оформлению реферата (отчета) есть замечания.

3 балла – реферат должен на занятии и представлен в виде презентации, в терминологии есть значительные ошибки, изложение материала не логично, реферат оформлен со значительными нарушениями правил оформления подобных работ в НИ ТГУ.

2 балла – реферат (отчет) не представлен студентом на проверку в электронном курсе, реферат не должен на занятии и не представлен в виде презентации.

### 3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Итоговый контроль (промежуточная аттестация) реализуется путем проведения экзамена. К экзамену допускается студент, выполнивший все тесты, задания, лабораторные работы, подготовивший и выступивший с рефератом.

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей: два теоретических вопроса и задача. Продолжительность подготовки ответа по билету 45 минут, ответ 15 минут.

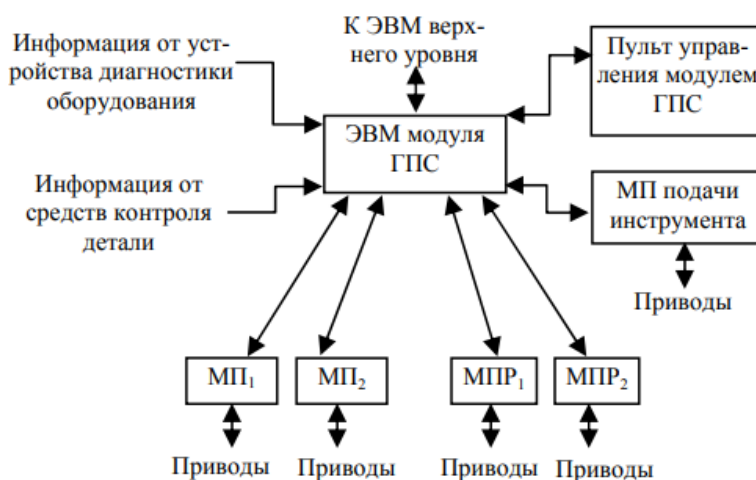
Теоретические вопросы в билете проверяют индикаторы РОБК-1.2, РОБК-2.1, РОБК-2.2, РОБК-3.1, РОБК-3.2.

Задача проверяет индикаторы РОБК-1.1, РОПК 1.1, РОПК 1.2, РОПК 3.1, РОПК 3.2.

#### Примеры билетов:

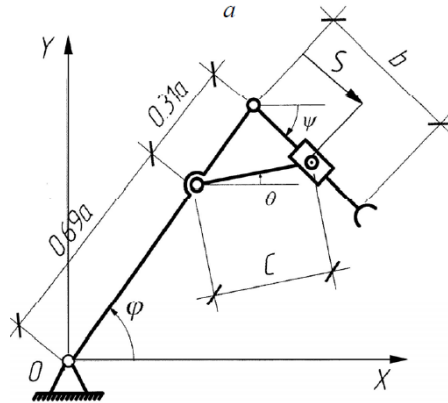
##### Билет № 1

1. Дистанционно управляемые манипуляторы.
2. Классификация промышленных роботов (по типу системы управления, технологическому назначению, типу кинематической схемы, грузоподъемности, виду приводов, числу степеней подвижности).
3. Провести анализ схемы ГПС



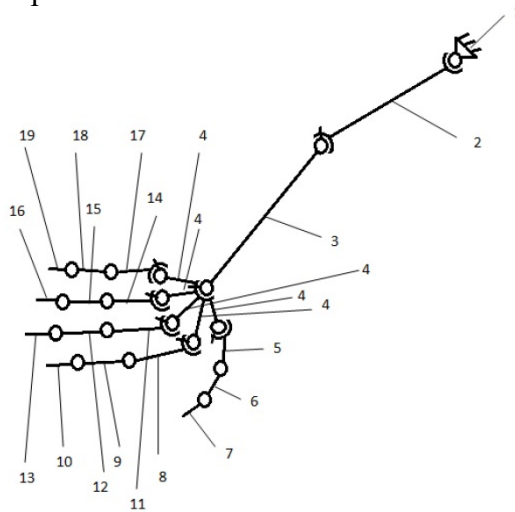
### Билет № 2

1. Дистанционно управляемые манипуляторы.
2. Системы очувствления бесконтактного типа.
3. Анализ кинематической схемы. Степень подвижности механизма.



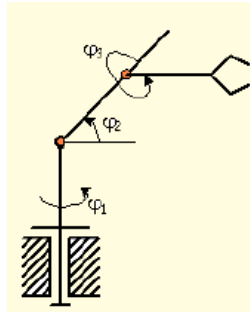
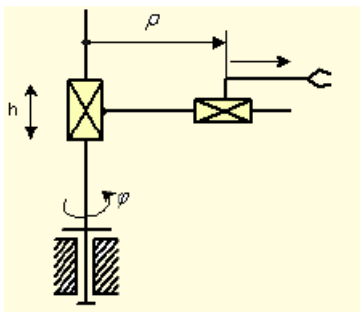
### Билет № 3

1. Захватные устройства.
2. Системы очувствления бесконтактного типа.
3. Степень подвижности верхней конечности человека?



### Билет № 4

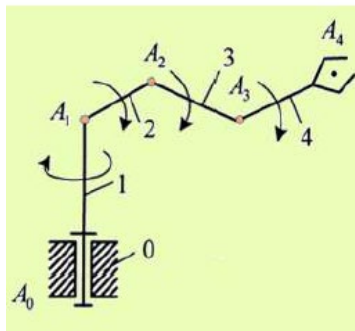
1. Гибкие производственные системы. Иерархическая структура.
2. Бесконтактные системы очувствления.
3. В какой системе координат работает ПР? Определить степень подвижности.



### Билет № 5

1. Гибкие производственные системы.
2. Системы адаптивного управления.

3. Дать характеристику кинематической схемы МА ПР. Определить степень подвижности.



#### Критерии оценивания ответа по билету:

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

Оценка «отлично» выставляется, если студентом даны правильные, развернутые ответы на два теоретических вопроса, и задача решена в полном объеме, с подробным объяснением.

Оценка «хорошо» выставляется, если ответы на вопросы билета и ответы по решению задачи даны студентом верно, но не в полном объеме. Требуется задавать наводящие вопросы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если ответы студента на вопросы билета, ответы по решению задачи даны с грубыми ошибками, наводящие вопросы с трудом помогают студенту сформулировать правильный ответ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при отсутствии знаний у студента по вопросам билета и решению задачи.

#### 4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

*Оценочные материалы для проверки остаточных знаний могут быть использованы для формирования программы ГИА (программы государственного экзамена), а также экспертом Рособнадзора при проведении проверки диагностической работы по оценке уровня сформированности компетенций обучающихся (при контрольно-надзорной проверке)*

##### Вопросы для проведения теста 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?
- А) При сортировке деталей.
  - Б) В контрольно-измерительных системах.
  - В) При проведении сварочных операций.
15. Датчики давлений и усилий в захватных устройствах применяются для
- А) контроля наличия детали в захватном устройстве и надежности зажима.
  - Б) проверки прочности элементов захватного устройства.
  - В) определения требуемой мощности привода.

16. Назовите типы систем дистанционного управления роботами.
- А) Супервизорные и копирующие.
  - Б) Командные и диалоговые.
  - В) Супервизорные и диалоговые (интерактивные).
17. Что является рабочим органом ПР для контактной точечной сварки?
- А) Сварочный аппарат.
  - Б) Сварочные клещи.
  - В) Сварочный захват.
18. Какой способ управления имеют ПР для контактной точечной сварки?
- А) Интеллектуальный.
  - Б) Программный.
  - В) Адаптивный.
19. Требования по быстродействию выше у покрасочного робота или сварочного робота?
- А) У покрасочного робота.
  - Б) У сварочного робота.
  - В) 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).
- А) Роботы в медицине, роботы в космической промышленности, роботы для труднодоступных мест, роботы для переноса значительного груза идвигающиеся по бездорожью.
  - Б) Роботы-симуляторы пациентов, социальные роботы, подводные роботы, роботы-скелетоны.
  - В) Роботы для токарно-фрезерных работ, робот-штабелёр, робот-пылесос.

#### Ключи к тесту

Ответ	Вопрос									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А					А	А	А	А	А	
Б	Б	Б	Б			Б	Б			Б
В				В						

Ответ	Вопрос									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
А		А	А		А	А				А
Б	Б			Б			Б	Б	А	
В										В

Критерий оценивания: тест считается пройденным, если даны верные ответы на 14 любых вопросов из 20 предложенных.

#### 5. Информация о разработчике

Горбенко Татьяна Ивановна, кандидат физико-математических наук, доцент, НИ Томский государственный университет, Физико-технический факультет, кафедра Автоматизации технологических процессов, доцент.