

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

С. Б. Перетятко

ОСНОВЫ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины для студентов,
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки
15.04.01 Машиностроение

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 62-529

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры инжиниринга технологического оборудования ФГБОУ ВО «КГТУ» И. Т. Сычев

Перетятко, С. Б.

Основы гибких производственных систем: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студ. магистратуры по напр. подгот. 15.04.01 Машиностроение / С. Б. Перетятко. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 19 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Основы гибких производственных систем» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие подробный план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке к практическим занятиям.

Табл. 3, список лит. – 8 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой инжиниринга технологического оборудования 30 марта 2023 г., протокол № 6.

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 марта 2023 г., протокол № 3

УДК 62-529

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Перетятко С. Б., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	13
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	18

ВВЕДЕНИЕ

Гибкая производственная линия или участок – это комплекс из нескольких (двух и более) взаимосвязанных гибких производственных модулей, объединенных комплексной автоматизированной системой управления (КАСУ), автоматизированной транспортно-складской системой (АТСС) и автоматизированной системой инструментального обеспечения (АСИО), синхронизацию работы которых осуществляет (как и управление всем производственным циклом) единая управляющая ЭВМ (или сеть ЭВМ), обеспечивающая автономное функционирование ГАЛ или ГАУ в течение заданного интервала времени в условиях быстрых переходов на обработку любой другой детали (узла) в пределах технических возможностей оборудования; ГАЛ и ГАУ обладают способностью встраиваться в систему более высокого уровня, например ГАЦ и ГАЗ. Гибкий автоматизированный цех (завод) – это производственная система, состоящая из нескольких (двух и более) взаимосоединенных гибких производственных линий или участков, объединенных единой системой управления производством и АТСС (КАСУ) с гибкой автоматизированной инженерной и технической подготовкой производства, обеспечивающей быструю перестройку технологии производства на выпуск новых изделий за счет интеграции систем автоматизированного проектирования объекта производства, технологии и средств технологического обеспечения, а также автоматизированных систем научных исследований (АСНИ), управления технологическими процессами (АСУТП), производством (АСУП) и автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП).

В единичном и мелкосерийном производстве применяется *локальная автоматизация*. Необходимым элементом перехода от локальной автоматизации к *гибким производственным системам* (ГПС) являются *роботизированные технологические комплексы* (РТК). Организационно РТК могут функционировать отдельно, как самостоятельный вид оборудования, или могут быть объединены в роботизированные технологические линии (РТЛ) и роботизированные технологические участки (ОТУ).

Технологическое оборудование можно различать по степени автоматизации. Нулевая степень автоматизации – это неавтоматизированные машины, где без участия человека выполняются лишь основные технологические функции. Первая степень автоматизации – это автоматизация отдельных машин-автоматов и полуавтоматов. Вторая степень автоматизации – это автоматизация в масштабах системы машин, создание автоматических и автоматизированных линий, гибких производственных систем (ГПС) и др. Третья степень автоматизации – комплексная автоматизация на уровне участков и цехов, предприятий в целом.

Дисциплина «Основы гибких производственных систем» является дисциплиной, формирующей у обучающихся готовность к профессиональной деятельности в области машиностроения.

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков, применяемых при эксплуатации гибких производственных систем.

Задачами дисциплины являются следующие:

- изучение основ технологической подготовки гибких производственных систем;
- определение технологического оснащения ГПС;
- изучение технологических функций, выполняемых гибкими автоматическими линиями;
- изучение вопросов проектирования и расчета основных параметров ГПС;
- изучение условий создания гибких производственных комплексов современного промышленного производства;
- изучение принципов действия и схем элементов конструкции ГПС.

Результатами освоения дисциплины является поэтапное формирование требуемых компетенций у обучающихся.

«Основы гибких производственных систем» – дисциплина образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение.

При реализации дисциплины «Основы гибких производственных систем» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные технологические процессы изготовления изделий в машиностроении;
- стандартные программные средства, используемые в информационных технологиях;

уметь:

- применять знания по автоматизированному проектированию для решения задач в области проектирования технологических процессов изготовления изделий машиностроения с применением стандартных программных средств;

владеть:

- навыками проектирования технологических процессов изготовления изделий машиностроения и применения стандартных программных средств в области SCADA-систем.

Для успешного освоения дисциплины «Основы гибких производственных систем», студент должен активно работать на лекционных и практических занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены практические задания. Решение практических задач обучающимися проводится на практических занятиях после изучения соответствующих тем.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства поэтапного формирования результатов освоения;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) относятся:

- опросы по теоретическому материалу;
- контроль на практических занятиях.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, соответственно относятся:

- вопросы к экзамену по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К экзамену допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам освоения дисциплины.

Универсальная система оценивания результатов обучения приведена в таблице 1 и включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные постав-

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	ющихся у него сведений		следование новые релевантные задаче данные	ленной задаче данные, предлагает новые курсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Основы гибких производственных систем» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень вопросов для подготовки к практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс «Основы гибких производственных систем», студент должен научиться работать на лекциях, практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность. В начале лекции необходимо уяснить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать, отмечать наиболее существенную информацию и кратко ее конспектировать; сравнивать то, что услышано на лекции с прочитанным и усвоенным ранее материалом в области разработки ГПС, подбора оборудования машиностроительных производств, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливая их взаимосвязь с изученными ранее понятиями.

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции, практические занятия, консультирование по решению практических заданий.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении

практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в университете.

Вместе с тем, всякий лекционный курс является в определенной мере авторским, представляет собой творческую переработку материала и неизбежно отражает личную точку зрения лектора на предмет и методы его преподавания. В этой связи представляется целесообразным привести некоторые общие методические рекомендации по построению лекционного курса и формам его преподавания.

Лекции составляют основу теоретической подготовки и посвящены наиболее важным моментам по изучению гибких производственных систем в машиностроении. При проведении лекций необходимо использовать технические средства обучения, ЭИОС, применять методы, способствующие активизации познавательной деятельности слушателей. На лекциях целесообразно теоретический материал иллюстрировать рассмотрением различных примеров и конкретных задач. Имеет смысл привлекать студентов к обсуждению как рассматриваемого вопроса в целом, так и отдельных моментов рассуждений и доказательств. Необходимо также использовать возможности проблемного изложения, дискуссии с целью активизации деятельности студентов.

Практические занятия проводятся для закрепления основных теоретических положений курса и реализации их в практических расчетах, формирования и развития у студентов мышления в рамках будущей профессии.

На практических занятиях следует добиваться точного и адекватного владения теоретическим материалом и его применения для решения задач.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа обучающихся. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов, как в отсутствие преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь студентам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Необходимо контролировать степень усвоения студентами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

При изучении курса предусмотрены следующие формы текущего контроля:

- опросы по теоретическому материалу;
- контроль на практических занятиях.

Промежуточный контроль осуществляется в форме сдачи экзамена в 1-м семестре и имеет целью определить степень достижения учебных целей по дисциплине.

С целью формирования мотивации и повышения интереса к предмету особое внимание при чтении курса необходимо обратить на темы, которые можно проиллюстрировать примерами из практической сферы, связывая теоретические положения с будущей профессиональной деятельностью студентов.

Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Объем (трудоемкость освоения) и структура лекционных занятий

Номер темы	Содержание лекционного занятия	Кол-во часов ЛЗ
		очно-заочная форма
1	Гибкие производственные системы. Основные термины и определения	3
2	Этапы развития автоматизированного машиностроительного производства	3
3	Проблемы, встречающиеся при внедрении ГПС	3
4	Подсистемы гибких автоматизированных систем	3
Итого		12

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

Тема 1. Гибкие производственные системы. Основные термины и определения

Ключевые вопросы темы

1. Понятие гибкость производственной системы.
2. Виды гибких подсистем.
3. Количественная и качественная оценка уровня гибкости оборудования.
4. Коэффициент гибкости.
5. Роботизированный технологический комплекс.
6. Гибкие производственные модули.
7. Подсистемы обеспечения функционирования ГПС.
8. Основные термины и определения.

Ключевые понятия: гибкость производственной системы, оценка уровня гибкости оборудования, роботизированный технологический комплекс, гибкий производственный модуль.

Литература: [1, с. 199–214; 2, с. 8–13]

Методические рекомендации:

Первая тема курса дисциплины «Основы гибких производственных систем» направлена на получение у обучающихся представления о базовых понятиях дисциплины, определении места дисциплины в структуре образовательной программы, планируемых результатах освоения дисциплины, возможных рис-

ках освоения дисциплины, знакомит обучающихся с формами текущего и промежуточного контроля.

Понятие гибкость имеет различные аспекты. Под гибкостью понимается способность производственной системы адаптироваться к изменению условий функционирования с минимальными затратами и без потерь или с незначительной потерей производительности. В зависимости от уровня организационной структуры производства различны и виды гибких подсистем, которые делятся на группы.

1-я группа (верхний уровень):

- конструктивная гибкость;
- номенклатурная гибкость;
- технологическая гибкость.

2-я группа (средний уровень):

- машинная гибкость;
- организационная: стратегическая, тактическая, оперативная.

3-я группа (нижний уровень):

- операционная гибкость;
- инструментальная гибкость.

Вопросы для контроля

1. Что такое гибкость?
2. Что такое жизненный цикл продукции?
3. Какие системы автоматизированного проектирования вы знаете?
4. Что такое гибкая производственная система?
5. Какое оборудование применяется в ГПС?
6. Назовите основные преимущества ГПС по сравнению с традиционным серийным производством.
7. Как рассчитывается коэффициент гибкости?
8. Что такое гибкий производственный модуль?
9. Опишите три группы гибких подсистем в зависимости от организационной структуры производства.
10. Что такое роботизированный технологический комплекс?
11. Какие основные подсистемы входят в ГПС?
12. Что такое гибкий автоматизированный цех?

Тема 2. Этапы развития автоматизированного машиностроительного производства

Ключевые вопросы темы

1. Этапы развития от универсальных станков до ГПС.
2. Особенности поточного производства.
3. Отличие концепции ГПС от традиционной системы организации производства.
4. Особенности применения станков различного уровня в автоматизированном машиностроительном производстве.
5. Концепция технологической гибкости автоматизированного машиностроительного производства.

6. Факторы, влияющие на гибкость.

7. Уровень автоматизации производства с учетом степени гибкости технологического оборудования

8. Тенденции использования гибких производственных систем.

Ключевые понятия: этапы развития ГПС, уровень автоматизации, факторы гибкости, тенденции использования ГПС.

Литература: [3, с. 61–63; 4, с. 9–23]

Методические рекомендации:

В области гибких технологических систем наблюдаются следующие тенденции. Гибкость доминирует над производительностью, поэтому гибкие системы состоят в основном из стандартных технологических ячеек, которые серийно оснащаются всеми необходимыми контрольными устройствами. Преобладают системы для обработки призматических деталей. Гибкие технологические системы больше не будут представлять собой отдельные модули, а будут соединяться с другими технологическими системами, например, устройствами для транспортировки инструментов и заготовок. Гибкие технологические системы можно постепенно расширять отдельными технологическими, не зависящими друг от друга участками. Высокая надежность будет доминировать над максимальной производительностью.

Вопросы для контроля

1. Опишите этапы развития от универсальных станков до ГПС.

2. Особенности поточного производства.

3. Отличие концепции ГПС от традиционной системы организации производства.

4. Особенности применения станков различного уровня в автоматизированном машиностроительном производстве.

5. Концепция технологической гибкости автоматизированного машиностроительного производства.

6. Факторы, влияющие на гибкость.

7. Уровень автоматизации производства с учетом степени гибкости технологического оборудования

8. Тенденции использования гибких производственных систем.

Тема 3. Проблемы, встречающиеся при внедрении ГПС

Ключевые вопросы темы

1. Проблема высокой стоимости ГПС.

2. Проблема отсутствия четкого экономического обоснования.

3. Проблема выбора приспособлений для закрепления и установки деталей на станках.

4. Проблема выбора типов и качества инструментов, его хранение и содержание.

5. Сложность и недостаточная надежность программного обеспечения.

6. Проблема отвода стружки.

7. Проблема организационной реструктуризации предприятия.

8. Проблема подготовки и переподготовки кадров.

Ключевые понятия: проблемы при внедрении ГПС, выбор типа инструмента, отвод стружки, подготовка кадров.

Литература: [2, с. 14–21]

Методические рекомендации:

Эффективность гибкой производственной системы во многом зависит от того, насколько успешно решаются проблемы их создания и внедрения. Проблемы и трудности всегда имеют место при внедрении новой техники, однако при внедрении гибких производственных систем они могут быть более значительными, так как это – новая концепция производства, и она затрагивает все производственные службы – от конструирования изделия до его сбыта, поставки потребителю. Основные проблемы при внедрении ГПС – это высокая стоимость, отсутствие четкого экономического обоснования, проблема выбора приспособлений для закрепления и установки деталей на станках, выбор типов и качества инструментов, его хранение и содержание, сложность и недостаточная надежность программного обеспечения, проблема отвода стружки, проблема организационной реструктуризации предприятия, проблема подготовки и переподготовки кадров и т.д.

Вопросы для контроля

1. Какие проблемы при внедрении ГПС вы знаете?
2. Расскажите о проблеме выбора приспособлений.
3. Поясните, что такое проблема отвода стружки?
4. Какие есть пути преодоления барьера стоимости?
5. Какие есть пути преодоления проблемы отвода стружки?
6. Почему проблемы при внедрении ГПС более сложные, чем при внедрении обычного автоматизированного оборудования?

Тема 4. Подсистемы гибких автоматизированных систем

Ключевые вопросы темы

1. Автоматизированные транспортно – складские системы (АТСС).
2. Автоматизированные склады.
3. Транспортные роботы.
4. Напольный рельсовый транспорт.
5. Подвесные транспортные роботы.
6. Робокары.
7. Варианты компоновок и структур автоматизированных транспортно-складских систем.
8. Автоматизированная система инструментального обеспечения (АСИО).
9. Автоматизация удаления отходов производства (АСУОП).
10. Система автоматизированной подачи смазочно-охлаждающей технологической смеси (АСПТС).
11. Бункеры.
12. Магазины.

Ключевые понятия: подсистема ГПС, автоматизированная транспортно-складская система, транспортный робот, робокар, бункер, магазин.

Литература: [4, с.116–140; 5, с. 289–343; 6, с.176–203; 7, с. 5–116]

Методические рекомендации:

На уровне гибких автоматизированных линий и участков дополнительно применяются модули транспортирования заготовок и деталей, автоматические склады для хранения штучных грузов, полуфабрикатов и готовых изделий до передачи их на другие участки и пр.

На уровне гибкого автоматического цеха и завода дополнительно используются конвейеры, транспортеры, подвесные дороги, общецеховые и общезаводские автоматические склады с устройствами обработки входящих и выходящих грузов, предназначенные для хранения сырья, материалов, инструментов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, готовой продукции, сборочных комплектов и т.п.

По основному функциональному назначению и конструктивным особенностям автоматизированные транспортно складские системы (АТСС) могут быть разделены на автоматические склады, штабелирующее оборудование, перегрузочные и загрузочно-разгрузочные устройства, накопители, транспортные роботы, конвейеры и подвесные дороги.

Вопросы для контроля

1. Состав и основные задачи транспортно-складских систем.
2. Привести варианты компоновочных схем автоматизированного склада.
3. Состав и функциональная схема автоматизированного склада.
4. Опишите назначение и классификация транспортных роботов.
5. Опишите назначение и конструктивные особенности напольного рельсового транспорта.
6. Опишите назначение и особенности конструкции подвесных транспортных роботов.
7. Опишите назначение и особенности конструкции робокаров.
8. Привести варианты компоновок автоматизированных транспортно-складских систем.
9. Что такое бункерная накопительная система?
10. Что такое магазинная накопительная система?

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Практические занятия проводятся с целью формирования у студентов умений и навыков компетентного выбора гибких производственных систем, представлять современное состояние и перспективы технического и технологического развития гибких производственных систем в машиностроении.

Практические занятия по дисциплине «Основы гибких производственных систем» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к практическому занятию необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, связанных с темой практического занятия.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического (семинарского) занятия
1	Проектирование элементов гибкой производственной системы механической обработки
2	Типы транспортно – накопительных систем
3	Склады гибких производственных систем
Итого	

Практическая работа № 1: Проектирование элементов гибкой производственной системы механической обработки

1. *Цель:* Получение умений и навыков в расчете ГПС механической обработки, определении и анализе основных технико-экономических показателей ГПС механической обработки

Задание по практической работе:

Познакомиться с назначением, изучить структуру гибких производственных систем, этапы проектирования и расчета ГПС механической обработки.

Методические рекомендации:

В соответствии с ГОСТ 26228-85 гибкая производственная система (ГПС) – совокупность в разных сочетаниях оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), роботизированных технологических комплексов (РТК), гибких производственных модулей (ГПМ), отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного интервала времени, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры. По назначению они подразделяются на три класса для:

- выполнения технологических процессов узловой или общей сборки;
- изготовления полуфабрикатов или деталей;
- изготовления деталей и сборки на них сборочных единиц или изделий (комбинированные).

По структуре ГПС подразделяют на узкономенклатурные и широкономенклатурные. Структура ГПС состоит из трех компонентов: технологической, производственной и организационно-технической структуры. Технологическая структура включает номенклатуру собираемых или изготавливаемых деталей, сопрягаемых или обрабатываемых поверхностей, выполняемых операций с их взаимосвязями и характеризуется числом и типоразмером деталей, их классификационными признаками, последовательностью запуска заготовок в производство и размером партии, характером операций, затратами времени на их вы-

полнение, степенью гибкости технологического маршрута. Производственная структура включает в виде ряда элементов производственные подразделения (технологические модули, участки, линии, вспомогательные доделочные отделения) и характеризуется годовой программой выпуска, суммарной трудоемкостью, коэффициентом сменности, средними значениями коэффициентов загрузки и использования оборудования [8].

Вопросы для контроля:

1. Что такое гибкая производственная система?
2. Как подразделяются ГПС по структуре?
3. Опишите технологическую структуру ГПС.
4. Опишите производственную структуру ГПС.
5. На какие подструктуры подразделяется организационно – техническая структура ГПС?
6. Опишите основные этапы проектирования и расчета ГПС механической обработки.
7. Что такое приведенная производственная программа?
8. Дайте определение действительному годовому фонду времени.
9. Какие типы производства вы знаете?

Практическая работа № 2: Типы транспортно-накопительных систем

Цель: получение практических умений и навыков в изучении транспортно-накопительных систем в гибких производственных системах.

Задание по практической работе:

1. Ознакомление с транспортными системами.
2. Ознакомление с классификацией транспортирующих машин.
3. Ознакомление с конвейерами непрерывного действия.
4. Ознакомление с конвейерами прерывистого действия.
5. Ознакомление со структурными составляющими конвейеров с гибким тяговым элементом.
6. Ознакомление с накопительными системами.

Методические рекомендации:

Основа любого производственного процесса – технологический процесс изготовления изделий, во время которого происходит изменение свойств предмета труда (объекта производства). Производственный процесс в автоматизированном машиностроении представляет собой совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий. Требованием его бесперебойности обусловлен еще целый ряд и необходимых вспомогательных процессов. В общем случае к основным этапам машиностроительного производственного процесса относят: получение и складирование заготовок; доставка заготовок к рабочим позициям; различные виды механической обработки; перемещение полуфабрикатов между рабочими позициями; контроль качества; хранение на складах; сборка изделий; испытание, регулировка; окраска, отделка, упаковка и отправка. При этом производственный процесс может делиться в соответствии с этапами на части, выполняемые в различных цехах называемых, например, изгото-

вительным, сборочным, механическим и т.д., а может осуществляться и в одном цехе. В этом случае процесс носит название комплексного производства. Из сказанного следует, что вне зависимости от типа производства, его уровня автоматизации, гибкости или степени специализации, либо каких других его параметров необходимо организовать транспортные потоки по перемещению заготовок, инструмента, изделий, оснастки, отходов и т.д. их накопление и хранение в течение определенного времени [7].

Вопросы для контроля:

1. От чего зависит выбор транспортных систем в машиностроении?
2. Классификация транспортирующих машин?
3. В чем отличие конвейеров непрерывного и прерывистого перемещения?
4. Перечислите конвейеры с тяговым элементом?
5. Принцип работы цепного и роликового конвейера?
6. Конструкция конвейера с коническими валками?
7. Принцип работы лотковых самотечных конвейеров?
8. Назовите основной недостаток вибрационного конвейера?
9. Область применения и недостатки шаговых конвейеров?
10. Перечислите достоинства и недостатки ленты, как тягового элемента?
11. Перечислите преимущества применения цепей в качестве тягового элемента?
12. Для чего в конвейерах используются опорные элементы?
13. Назначение натяжных устройств используемых в конвейерах?
14. Где могут располагаться грузовые натяжные устройства на конвейере?
15. От каких факторов зависит выбор привода конвейера?
16. Принцип работы гравитационного транспорта?
17. Преимущества и недостатки пневмотранспортных установок?
18. На чем основан принцип работы пневмотранспорта?

Практическая работа № 3: Склады гибких производственных систем

Цель: изучение складов гибких производственных систем.

Задание по практической работе:

1. Изучение автоматизированных складских систем ГПС.
2. Ознакомление с технологическими факторами, влияющими на структуру автоматизированной складской системы.
3. Ознакомление с организационными факторами при работе автоматизированной складской системы.

Методические рекомендации:

Уровень организации складирования и транспортирования материалов и предметов производства оказывает существенное влияние на структуру ГПС. Автоматизированные транспортно-складские системы (АТСС) должны обеспечивать четкое функционирование ГПС с учетом особенностей организации производства с крупносерийным и массовым производством и характера серийного и мелкосерийного производства. АТСС является основным связующим звеном, объединяющим все технологическое оборудование в единое целое и в значительной мере определяющим капитальные вложения. Надо отметить, что

на структуру АТСС влияет множество факторов, но основными среди них являются номенклатура деталей, подлежащих обработке, и программа их выпуска. При этом выделяются следующие параметры деталей, влияющие на структуру АТСС: материал, размеры, масса, подобие установочных баз и баз захватывания, постоянство опорных баз. Номенклатура и программа выпуска изделий определяют технологию и организацию производства. К технологическим факторам, оказывающим влияние на структуру АТСС, относятся: тип, модель обслуживаемого оборудования, его количество, вид оснастки (установочно-крепежная, спутники), тип рабочего инструмента (размеры и количество), штучное время и т. д. К организационным факторам, влияющим на структуру АТСС, можно отнести: качественный и количественный состав транспортной единицы; размер транспортной партии; количество одновременно обрабатываемых типоразмеров деталей; ритмичность поставки транспортных партий; транспортные потоки; способ смены деталей; вид инструмента и оснастки [6].

Вопросы для контроля:

1. Какое назначение склада и какие виды складов Вы знаете?
2. Какие сроки хранения грузов возможны?
3. Назовите виды механизации складов.
4. Приведите типы складов в зависимости от применяемого технического оборудования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авцинов, И. А. Основы организационно – технологического управления роботизированными комплексами: учеб. пособие / И. А. Авцинов, В. К. Битюков; Воронеж. Гос. ун-т инж. технол. – Воронеж: ВГУИТ, 2021. – 299 с.
2. Сергеев, А. И. Повышение эффективности работы станочных систем: учеб. пособие / А. И. Сергеев, М. А. Корнипаев, А. С. Русяев; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 150 с.
3. Сибиркин, М. Ю. Металлообработка. Стратегия повышения эффективности: учеб. пособие / М. Ю. Сибиркин. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2018. – 189 с.
4. Бакунина, Т. А. Основы автоматизации производственных процессов в машиностроении: учеб. пособие / Т. А. Бакунина. – Москва; Вологда: Инфа-Инженерия, 2019. – 192 с.
5. Сибиркин, М. Ю. Технологическое оборудование заготовительных и складских производств машиностроительных предприятий: учеб. пособие / М. Ю. Сибиркин. – изд. 3-е стер. – Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2020. – 359 с.
6. Климов, А. С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учеб. пособие для вузов / А. С. Климов, Н. Е. Машнин. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 236 с.
7. Кравцев, А. Г. Транспортно-накопительные системы в автоматизированном машиностроении: учеб. пособие / А. Г. Кравцев, К. В. Марусич; Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018.
8. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. Проектирование гибкой производственной системы. Лабораторный практикум: учеб. пособие / под ред. П. С. Романова. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Изд-во «Лань», 2022. – 156 с.

Локальный электронный методический материал

Сергей Борисович Перетятко

ОСНОВЫ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 1,5. Печ. л. 1,2

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1